

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

Publication 368-1

Deuxième édition – Second edition  
1982

---

**Filtres piézoélectriques**

**Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais**

---

**Piezoelectric filters**

**Part 1: General information, standard values and test conditions**

---



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

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

## Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des *Comités nationaux de la CEI* et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: *Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.)*, qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC *National Committees* and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: *International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. 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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, 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 inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD**

**Publication 368-1**

Deuxième édition – Second edition

1982

---

**Filtres piézoélectriques**

**Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais**

---

**Piezoelectric filters**

**Part 1: General information, standard values and test conditions**

---



© CEI 1982

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 Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	6
PRÉFACE . . . . .	6

CHAPITRE I: INFORMATIONS GÉNÉRALES ET VALEURS NORMALISÉES

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	8

SECTION DEUX — TERMES ET DÉFINITIONS

3. Termes généraux . . . . .	8
4. Caractéristiques de réponse . . . . .	10
5. Types de filtres et de réseaux . . . . .	14
6. Filtres en céramiques piézoélectriques (à l'étude) . . . . .	16
7. Filtres monolithiques . . . . .	16

SECTION TROIS — VALEURS NORMALISÉES, TOLÉRANCES ET MARQUAGE

8. Valeurs normalisées et tolérances . . . . .	18
9. Marquage . . . . .	18

CHAPITRE II: CONDITIONS D'ESSAIS

1. Généralités . . . . .	22
2. Conditions normales d'essais . . . . .	22
3. Examen visuel et contrôle des dimensions . . . . .	24

SECTION UN — CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

4. Caractéristiques de transmission . . . . .	24
4.1 Méthodes de mesure . . . . .	24
4.1.1 Conditions générales . . . . .	24
4.1.2 Mesure de l'affaiblissement . . . . .	24
4.1.3 Mesure de la caractéristique de phase . . . . .	30
4.1.4 Mesure de l'affaiblissement d'adaptation . . . . .	32
4.1.5 Mesure de la distorsion d'intermodulation . . . . .	36
4.2 Conditions de mesure . . . . .	38
4.2.1 Mesure de l'affaiblissement de transmission et de la caractéristique de phase aux impédances de charge nominales et dans les conditions atmosphériques normales . . . . .	38
4.2.2 Mesure de l'affaiblissement de transmission et de la caractéristique de phase aux impédances de charge minimale et maximale et dans des conditions atmosphériques normales . . . . .	38
4.2.3 Mesure de l'affaiblissement de transmission et des caractéristiques de phase en fonction de la température . . . . .	38
4.2.4 Mesure de l'affaiblissement d'adaptation aux impédances de charge nominales et dans des conditions atmosphériques normales . . . . .	40
4.2.5 Mesure de l'affaiblissement d'adaptation aux impédances de charge nominales en fonction de la température . . . . .	40
4.2.6 Mesure de la distorsion d'intermodulation dans les conditions atmosphériques normales . . . . .	40
5. Résistance d'isolement . . . . .	40
6. Essai de rigidité diélectrique . . . . .	40

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	7
PREFACE . . . . .	7
<b>CHAPTER I: GENERAL INFORMATION AND STANDARD VALUES</b>	
<b>SECTION ONE — GENERAL</b>	
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Object . . . . .	9
<b>SECTION TWO — TERMS AND DEFINITIONS</b>	
3. General terms . . . . .	9
4. Response characteristics . . . . .	11
5. Network and filter types . . . . .	15
6. Piezoelectric ceramic filters (under consideration) . . . . .	17
7. Monolithic filters . . . . .	17
<b>SECTION THREE — STANDARD VALUES, TOLERANCES AND MARKING</b>	
8. Standard values and tolerances . . . . .	19
9. Marking . . . . .	19
<b>CHAPTER II: TEST CONDITIONS</b>	
1. General . . . . .	23
2. Standard conditions for testing . . . . .	23
3. Visual examination and check of dimensions . . . . .	25
<b>SECTION ONE — ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>	
4. Transmission characteristics . . . . .	25
4.1 Measuring methods . . . . .	25
4.1.1 General conditions . . . . .	25
4.1.2 Attenuation measurement . . . . .	25
4.1.3 Phase characteristic measurement . . . . .	31
4.1.4 Return attenuation measurement . . . . .	33
4.1.5 Intermodulation distortion measurement . . . . .	37
4.2 Conditions of measurement . . . . .	39
4.2.1 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics at nominal load impedances and at standard atmospheric conditions . . . . .	39
4.2.2 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics at minimum and maximum load impedances and at standard atmospheric conditions . . . . .	39
4.2.3 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics as a function of temperature . . . . .	39
4.2.4 Measurement of return attenuation at nominal load impedances and at standard atmospheric conditions . . . . .	41
4.2.5 Measurement of return attenuation at nominal load impedances as a function of temperature . . . . .	41
4.2.6 Measurement of intermodulation distortion at standard atmospheric conditions . . . . .	41
5. Insulation resistance . . . . .	41
6. Voltage proof . . . . .	41

SECTION DEUX — ÉTANCHÉITÉ ET ESSAI DE STOCKAGE	
Articles	Pages
7. Étanchéité . . . . .	42
7.1 Essai A . . . . .	42
7.2 Essai B . . . . .	42
8. Essai de stockage . . . . .	44
9. Vieillessement à haute température . . . . .	44
SECTION TROIS — ESSAIS CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE	
10. Robustesse des sorties . . . . .	44
10.1 Essai de traction sur les sorties . . . . .	44
10.2 Essai de couple . . . . .	44
11. Soudabilité des sorties . . . . .	44
11.1 Méthode du bain de soudure . . . . .	44
11.2 Essai au fer à souder . . . . .	44
12. Variations rapides de température . . . . .	44
13. Secousses . . . . .	46
14. Vibrations . . . . .	46
15. Chocs . . . . .	46
16. Accélération constante . . . . .	46
17. Séquence climatique . . . . .	46
17.1 Chaleur sèche . . . . .	46
17.2 Essai accéléré de chaleur humide, premier cycle . . . . .	48
17.3 Froid . . . . .	48
17.4 Essai accéléré de chaleur humide, cycles restants (lorsque cet essai est applicable) . . . . .	48
18. Essai continu de chaleur humide . . . . .	48
19. Basse pression atmosphérique . . . . .	48
20. Moisissures . . . . .	48
ANNEXE A — Recommandations générales pour les essais de type . . . . .	50

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 368-1:1982

SECTION TWO — SEALING AND STORAGE TEST

Clause	Page
7. Sealing . . . . .	43
7.1 Test A . . . . .	43
7.2 Test B . . . . .	43
8. Storage test . . . . .	45
9. High temperature ageing . . . . .	45

SECTION THREE — ENVIRONMENTAL TESTS

10. Robustness of terminations . . . . .	45
10.1 Tensile test on terminations . . . . .	45
10.2 Torque test . . . . .	45
11. Solderability of terminations . . . . .	45
11.1 Solder bath method . . . . .	45
11.2 Soldering iron method . . . . .	45
12. Rapid change of temperature . . . . .	45
13. Bump . . . . .	47
14. Vibration . . . . .	47
15. Shock . . . . .	47
16. Acceleration, steady state . . . . .	47
17. Climatic sequence . . . . .	47
17.1 Dry heat . . . . .	47
17.2 Accelerated damp heat, first cycle . . . . .	49
17.3 Cold . . . . .	49
17.4 Accelerated damp heat, remaining cycles (where applicable) . . . . .	49
18. Damp heat, steady state . . . . .	49
19. Low air pressure . . . . .	49
20. Mould growth . . . . .	49
APPENDIX A — General recommendations for type tests . . . . .	51

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60368-1:1982

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES**

**Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle remplace et annule la Publication 368 de la CEI, parue en 1971.

Elle forme la première partie qui comprend les chapitres I et II de la norme de la CEI concernant les filtres piézoélectriques.

Les Publications 368A et 368B comprennent le chapitre III: «Guide d'emploi des filtres piézoélectriques», dont la section un: Les filtres à quartz, et la section deux: Les filtres à céramiques piézoélectriques constituent, respectivement, le premier et le deuxième complément à la Publication 368 de la CEI. Les Publications 368A et 368B de la CEI, une fois révisées, feront l'objet d'une deuxième édition en tant que Publication 368-2 de la CEI.

Un projet d'additifs aux chapitres I et II, constituant une base pour une deuxième édition traitant des méthodes de mesure des caractéristiques électriques et des méthodes d'essai, fut discuté lors de la réunion tenue à Dubrovnik en 1978, à la suite de laquelle un projet révisé, document 49(Bureau Central)130 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ces additifs:

Afrique du Sud (République d')	Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Allemagne	France	Turquie
Belgique	Italie	Union des Républiques
Canada	Nouvelle-Zélande	Socialistes Soviétiques
Égypte	Royaume-Uni	Yougoslavie
Espagne	Suède	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 68-1.	Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités.
68-2-1:	Deuxième partie: Essais — Essai A: Froid.
68-2-2:	Essai B: Chaleur sèche.
68-2-3:	Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.
68-2-6:	Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).
68-2-7:	Essai Ga: Accélération constante.
68-2-10:	Essai J: Moisissures.
68-2-13:	Essai M: Basse pression atmosphérique.
68-2-14:	Essai N: Variations de température.
68-2-17:	Essai Q: Etanchéité.
68-2-20:	Essai T: Soudure.
68-2-21:	Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation.
68-2-27:	Essai Ea: Chocs.
68-2-29:	Essai Eb: Secousses.
68-2-30:	Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).
368A:	Premier complément à la Publication 368 (1971): Filtres piézoélectriques.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PIEZOELECTRIC FILTERS****Part 1: General information, standard values and test conditions**

## FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

## PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric Devices for Frequency Control and Selection.

It supersedes IEC Publication 368, issued in 1971.

It forms Part 1 which contains Chapters I and II of the IEC standard for piezoelectric filters.

IEC Publications 368A and 368B contain Chapter III: Guide to the use of piezoelectric filters, of which Section One: Quartz Crystal Filters, and Section Two: Piezoelectric Ceramic Filters, form the first and second supplements to IEC Publication 368 respectively. IEC Publications 368A and 368B, when revised, will be combined and issued as IEC Publication 368-2, second edition.

A draft of additions to Chapters I and II forming a basis of the second edition dealing with electrical characteristic measurement and test methods was discussed at the meeting held in Dubrovnik in 1978, as a result of which a revised draft, Document 49(Central Office)130, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of these additions:

Belgium	New Zealand	Union of Soviet
Canada	South Africa (Republic of)	Socialist Republics
Egypt	Spain	United Kingdom
France	Sweden	United States of America
Germany	Switzerland	Yugoslavia
Italy	Turkey	

*Other IEC publications quoted in this standard:*

Publication Nos. 68-1:	Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General.
68-2-1:	Part 2: Tests — Test A: Cold.
68-2-2:	Test B: Dry heat.
68-2-3:	Test Ca: Damp Heat, Steady State.
68-2-6:	Test Fc and Guidance: Vibration (sinusoidal).
68-2-7:	Test Ga: Acceleration, Steady State.
68-2-10:	Test J: Mould Growth.
68-2-13:	Test M: Low Air Pressure.
68-2-14:	Test N: Change of Temperature.
68-2-17:	Test Q: Sealing.
68-2-20:	Test T: Soldering.
68-2-21:	Test U: Robustness of Terminations and Integral Mounting Devices.
68-2-27:	Test Ea: Shock.
68-2-29:	Test Eb: Bump.
68-2-30:	Test Db and Guidance: Damp Heat, Cyclic (12 + 12-hour cycle).
368A:	First supplement to Publication 368 (1971): Piezoelectric Filters.

## FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES

### Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais

#### CHAPITRE I: INFORMATIONS GÉNÉRALES ET VALEURS NORMALISÉES

##### SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

###### 1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux filtres piézoélectriques destinés à l'utilisation dans les télécommunications et dans l'appareillage de mesure.

La Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, doit être utilisée conjointement avec la présente norme.

La présente norme donne des informations générales et spécifie les méthodes d'essais communes à tous les modèles de filtres piézoélectriques.

L'application des essais à chaque modèle de filtre piézoélectrique et les conditions spécifiques associées à chaque essai figurent dans la spécification particulière relative à chaque modèle.

En cas de désaccord entre les conditions de cette spécification, d'une part, et les spécifications particulières, d'autre part, ce sont ces dernières qui font foi.

###### 2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des filtres piézoélectriques, décrire les méthodes d'essais, recommander des valeurs normalisées et donner des directives pour l'utilisation et l'entretien de ces filtres.

##### SECTION DEUX – TERMES ET DÉFINITIONS

###### 3. Termes généraux

###### 3.1 Filtre piézoélectrique

Filtre dans lequel un ou plusieurs éléments piézoélectriques constitués de cristaux de quartz ou de céramiques piézoélectriques sont incorporés.

###### 3.2 Élément piézoélectrique

Matière piézoélectrique taillée selon une forme géométrique, des dimensions et une orientation par rapport aux axes cristallographiques du cristal ou par rapport à l'axe de polarisation pour l'élément en céramique.

###### 3.3 Electrode

Dans des applications piézoélectriques, plaque ou film électriquement conducteur en contact avec ou à proximité d'une face d'élément et permettant d'appliquer à cet élément un champ électrique.

## PIEZOELECTRIC FILTERS

### Part 1: General information, standard values and test conditions

#### CHAPTER I: GENERAL INFORMATION AND STANDARD VALUES

##### SECTION ONE — GENERAL

###### 1. Scope

This standard relates to piezoelectric filters for use in telecommunication and measuring equipment.

IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures, shall be used in conjunction with this standard.

This standard gives general information and general methods of test common to all types of piezoelectric filters.

The applicability of the tests to each type of piezoelectric filter and the specific requirements for each test will be given in the article sheet relating to that type.

In case of conflict between the requirements of this specification and the article sheets, the latter will take precedence.

###### 2. Object

To establish uniform conditions for assessing the mechanical, electrical and climatic properties of piezoelectric filters, to describe test methods, to give recommendations for standard values and to give guidance on the use and maintenance of such filters.

##### SECTION TWO — TERMS AND DEFINITIONS

###### 3. General terms

###### 3.1 *Piezoelectric filter*

A filter in which one or more piezoelectric units made from quartz crystals or piezoelectric ceramics are incorporated.

###### 3.2 *Piezoelectric element*

Piezoelectric material cut to a given geometrical shape, size and orientation with respect to the crystallographic axes of the crystal or with respect to the axis of polarization for ceramic materials.

###### 3.3 *Electrode*

In piezoelectric applications, an electrically conducting plate or film in contact with or in proximity to a face of an element, by means of which an electric field is applied to the element.

### 3.4 *Résonateur piézoélectrique*

Élément piézoélectrique monté avec ses électrodes.

### 3.5 *Quartz*

Résonateur piézoélectrique monté dans un boîtier. Parfois, le quartz peut être un assemblage ayant plus d'un résonateur piézoélectrique. Un tel assemblage est nommé résonateur piézoélectrique multiple.

### 3.6 *Fréquence indésirable*

Fréquence de résonance d'un élément piézoélectrique autre que la fréquence définie par la fréquence nominale.

### 3.7 *Niveau d'entrée*

Niveau de puissance, de tension ou de courant présenté aux bornes d'entrée d'un filtre.

### 3.8 *Niveau de sortie*

Niveau de puissance, de tension ou de courant fourni au circuit de charge.

### 3.9 *Niveau nominal*

Niveau de puissance, de tension ou de courant pour lequel les mesures des caractéristiques sont spécifiées.

### 3.10 *Niveau maximal*

Niveau de puissance, de tension ou de courant au-dessus duquel une distorsion intolérable du signal ou des modifications irréversibles peuvent se produire.

### 3.11 *Puissance disponible*

Puissance maximale qui peut être obtenue d'une source donnée par un réglage optimal de l'impédance de charge.

### 3.12 *Impédance d'entrée*

L'impédance d'entrée est celle qui est présentée par le filtre à la source de signal quand il est terminé par l'impédance de charge spécifiée.

### 3.13 *Impédance de sortie*

L'impédance de sortie est celle qui est présentée par le filtre à la charge quand il est terminé par l'impédance de source spécifiée.

### 3.14 *Impédance de charge (impédance aux bornes)*

Chacune des impédances présentées au filtre par la source ou par la charge.

## 4. **Caractéristiques de réponse**

### 4.1 *Fréquence de coupure*

Fréquence de la bande passante pour laquelle l'affaiblissement relatif atteint une valeur spécifiée.

### 3.4 *Piezoelectric vibrator*

A mounted piezoelectric element with electrodes.

### 3.5 *Piezoelectric unit*

A piezoelectric vibrator mounted in an enclosure. Sometimes a unit may be an assembly having in it more than one piezoelectric vibrator. Such an assembly is called a multiple piezoelectric unit.

### 3.6 *Unwanted response*

A state of resonance of a piezoelectric vibrator other than that associated with the nominal frequency.

### 3.7 *Input level*

The power, voltage or current level presented to the input terminal pair of a filter.

### 3.8 *Output level*

The power, voltage or current level delivered to the load.

### 3.9 *Nominal level*

The power, voltage or current level at which the performance measurement is specified.

### 3.10 *Maximum level*

The power, voltage or current level above which intolerable signal distortion or irreversible changes in a structure may take place.

### 3.11 *Available power*

The maximum power obtainable from a given source by suitable adjustment of the load impedance.

### 3.12 *Input impedance*

The impedance presented by the filter to the signal source when terminated in the specified load impedance.

### 3.13 *Output impedance*

The impedance presented by the filter to the load when terminated in the specified source impedance.

### 3.14 *Terminating impedance*

Either of the impedances presented to the filter by the source or by the load.

## 4. **Response characteristics**

### 4.1 *Cut-off frequency*

A frequency of the pass band at which the relative attenuation reaches a specified value.

#### 4.2 *Fréquence centrale d'un filtre passe-bande ou d'un filtre coupe-bande*

Moyenne géométrique des fréquences de coupure.

*Note.* — Pratiquement, la moyenne arithmétique est souvent utilisée comme une bonne approximation de la moyenne géométrique.

#### 4.3 *Fréquence de référence*

Fréquence définie par la spécification et qui est prise comme référence pour d'autres fréquences.

#### 4.4 *Bande passante*

Bande des fréquences pour lesquelles l'affaiblissement relatif est égal ou inférieur à la valeur spécifiée.

#### 4.5 *Largeur de bande passante*

Intervalle des fréquences entre lesquelles l'affaiblissement sera inférieur ou égal à celui qui est spécifié.

#### 4.6 *Bande atténuée*

Bande des fréquences pour lesquelles l'affaiblissement relatif est supérieur ou égal aux valeurs spécifiées.

#### 4.7 *Largeur de bande atténuée*

Intervalle des fréquences entre lesquelles l'affaiblissement sera égal ou supérieur à celui qui est spécifié.

#### 4.8 *Bande de transition*

Bande des fréquences entre la fréquence de coupure et le point le plus proche de la bande atténuée adjacente.

#### 4.9 *Retard de boucle à la transmission entre deux points*

Le temps de propagation d'une certaine caractéristique de l'onde enveloppe (la crête, par exemple) pour une certaine fréquence est égal à la dérivée première du déphasage, en radians, entre ces points par rapport à la pulsation.

#### 4.10 *Retard de phase à la transmission entre deux points*

Temps égal au déphasage, en radians, entre ces deux points, divisé par la pulsation de l'onde sinusoïdale considérée.

#### 4.11 *Affaiblissement de transmission*

Rapport logarithmique de la puissance disponible d'une source donnée à la puissance que le filtre transmet à une impédance de charge, dans des conditions de fonctionnement spécifiées.

#### 4.12 *Affaiblissement d'insertion*

Rapport logarithmique de la puissance transmise à l'impédance de charge avant l'insertion du filtre à la puissance transmise à l'impédance de charge après l'insertion du filtre.

#### 4.2 *Mid-band frequency of a pass-band or stop-band filter*

The geometrical mean of the cut-off frequencies.

*Note.* — In practice, the arithmetic mean is often used as a good approximation to the geometric mean.

#### 4.3 *Reference frequency*

A frequency defined by the specification to which other frequencies may be referred.

#### 4.4 *Pass band*

A band of frequencies in which the relative attenuation is equal to or less than a specified value.

#### 4.5 *Pass bandwidth*

The separation of frequencies between which the attenuation shall be equal to or less than specified.

#### 4.6 *Stop band*

A band of frequencies in which the relative attenuation is equal to or greater than specified values.

#### 4.7 *Stop bandwidth*

The separation of frequencies between which the attenuation shall be equal to or greater than specified.

#### 4.8 *Transition band*

A band of frequencies between cut-off frequency and the nearest point of the adjacent stop band.

#### 4.9 *Envelope delay in transmission between two points*

The time of propagation of a certain feature of a wave envelope (e.g. the crest) for a certain frequency is equal to the first derivative of the phase shift, in radians, between these points with respect to the angular frequency.

#### 4.10 *Phase delay in transmission between two points*

The time equal to the phase shift, in radians, between these two points divided by the angular frequency of the sinusoidal wave concerned.

#### 4.11 *Transducer attenuation*

The logarithmic ratio of the available power of the given source to the power that the filter delivers to a load impedance under specified operating conditions.

#### 4.12 *Insertion attenuation*

The logarithmic ratio of the power delivered to the load impedance before insertion of the filter to the power delivered to the load impedance after insertion of the filter.

#### 4.13 *Déphasage d'insertion*

Changement de la phase provoqué par l'insertion du filtre dans le système de transmission.

#### 4.14 *Déphasage de transmission*

Angle de phase relatif entre la sortie du filtre et la source.

#### 4.15 *Coefficient de réflexion*

Mesure sans dimensions du degré de dérèglement entre les deux impédances  $Z_a$  et  $Z_b$ , donnée par l'expression:

$$\left| \frac{Z_a - Z_b}{Z_a + Z_b} \right|$$

où:

$Z_a$  et  $Z_b$  = respectivement l'impédance d'entrée ou celle de la source et l'impédance de sortie ou celle de la charge

#### 4.16 *Affaiblissement d'écho*

Valeur réciproque du module du coefficient de réflexion, donnée en décibels. Elle est quantitativement égale à:

$$20 \log \left| \frac{Z_a + Z_b}{Z_a - Z_b} \right| \text{ dB}$$

#### 4.17 *Affaiblissement relatif*

Différence entre l'affaiblissement à une fréquence donnée et l'affaiblissement minimal dans la bande passante.

#### 4.18 *Facteur de forme du filtre passe-bande ou du filtre coupe-bande*

Rapport des deux largeurs de bande pour deux valeurs spécifiées de l'affaiblissement.

#### 4.19 *Ondulation dans la bande passante*

Variation maximale de l'atténuation dans une portion définie de la bande passante. (Voir la Modification n° 2 de la Publication 368A de la CEI, figure 1.)

#### 4.20 *Linéarité du temps de transit*

Variation indésirable du temps de transit en fonction de la fréquence.

#### 4.21 *Rapport de la phase à la distorsion linéaire*

Variation indésirable de la phase en fonction de la fréquence.

### 5. **Types de filtres et de réseaux**

#### 5.1 *Filtre passe-bas\**

Filtre ayant une bande passante unique inférieure à la fréquence de coupure et une bande atténuée pour les fréquences supérieures.

#### 5.2 *Filtre passe-haut\**

Filtre ayant une bande passante unique supérieure à la fréquence de coupure et une bande atténuée pour les fréquences inférieures.

\* La gamme normale des fréquences de fonctionnement ne doit pas nécessairement contenir des fréquences tendant vers zéro ou vers l'infini.

**4.13 Insertion phase shift**

Change in phase caused by the insertion of the filter into a transmission system.

**4.14 Transducer phase**

Relative angle of the phase between the output of the filter and the source.

**4.15 Reflection coefficient**

A dimensionless measure of the degree of mismatch between two impedances  $Z_a$  and  $Z_b$  given by the expression:

$$\left| \frac{Z_a - Z_b}{Z_a + Z_b} \right|$$

where:

$Z_a$  and  $Z_b$  = respectively the input or source impedance and the output or load impedance

**4.16 Return attenuation**

The value of the reciprocal of the modulus of the reflexion coefficient, expressed in decibels. Quantitatively it is equal to:

$$20 \log \left| \frac{Z_a + Z_b}{Z_a - Z_b} \right| \text{ dB}$$

**4.17 Relative attenuation**

The difference between the attenuation at a given frequency and the minimum attenuation in the pass band.

**4.18 Shape factor of a band-pass or band-stop filter**

The ratio of the two bandwidths at specified values of attenuation.

**4.19 Pass-band ripple**

The maximum variation of attenuation within a defined portion of a pass band. (See Figure 1 of Amendment No. 2 to IEC Publication 368A).

**4.20 Envelope delay/frequency distortion**

An unwanted variation of envelope delay with frequency.

**4.21 Phase/frequency distortion**

An unwanted variation of phase difference with frequency.

**5. Network and filter types****5.1 Low-pass filter\***

A filter having a single pass band below a cut-off frequency and a stop band for higher frequencies.

**5.2 High-pass filter\***

A filter having a single pass band above a cut-off frequency and a stop band for lower frequencies.

\* The practical working frequency range need not necessarily include near-zero or near infinite frequencies.

5.3 *Filtre passe-bande\**

Filtre ayant une bande passante unique entre deux bandes atténuées spécifiées.

5.4 *Filtre coupe-bande\**

Filtre ayant une bande atténuée unique entre deux bandes passantes spécifiées.

5.5 *Filtre en peigne\**

Quadripôle ayant cinq bandes ou plus, dont deux ou plus sont les bandes passantes et deux ou plus sont les bandes atténuées.

6. **Filtres en céramiques piézoélectriques**

A l'étude.

7. **Filtres monolithiques**

7.1 *Filtre monolithique*

Filtre ayant au moins un résonateur monolithique multipolaire.

7.2 *Filtre polylithique*

Filtre composé d'au moins deux résonateurs monolithiques multipolaires électriquement connectés.

7.3 *Résonateur monolithique multipolaire*

Résonateur piézoélectrique ayant au moins deux zones de vibration couplées mécaniquement.

7.4 *Résonateur à deux pôles (résonateur bipolaire)*

Résonateur piézoélectrique ayant deux zones de vibration couplées mécaniquement.

7.5 *Mode d'énergie piégée*

Mode de vibration dans lequel l'énergie de vibration est principalement localisée dans une zone définie.

7.6 *Fréquences symétrique et antisymétrique d'un résonateur à deux pôles*

Respectivement fréquence de résonance la plus basse et fréquence de résonance la plus élevée d'un résonateur à deux pôles, dont les fils de sortie sont court-circuités.

---

\* Voir note en bas de la page 14.

**5.3 Band-pass filter\***

A filter having a single pass band between two specified stop bands.

**5.4 Band-stop filter\***

A filter having a single stop band between two specified pass bands.

**5.5 Comb filter\***

A two-terminal pair filter in which there are five or more bands of which two or more are pass bands and two or more are stop bands.

**6. Piezoelectric ceramic filters**

Under consideration.

**7. Monolithic filters****7.1 Monolithic filter**

A filter with at least one monolithic multiple pole vibrator.

**7.2 Tandem monolithic filter (polyolithic filter)**

A filter with at least two electrically connected monolithic multiple pole vibrators.

**7.3 Monolithic multiple pole vibrator**

Piezoelectric vibrator with at least two mechanically coupled vibrating regions.

**7.4 Bipole vibrator (dual vibrator)**

Piezoelectric vibrator with two mechanically coupled vibrating regions.

**7.5 Trapped energy mode**

A mode of vibration in which the vibrating energy is mainly confined to a defined area.

**7.6 Symmetric and antisymmetric frequencies of bipole vibrator**

The lower and the higher resonance frequencies respectively of a bipole vibrator whose output terminals are short-circuited.

---

\* See footnote page 15.

## SECTION TROIS — VALEURS NORMALISÉES, TOLÉRANCES ET MARQUAGE

### 8. Valeurs normalisées et tolérances

#### 8.1 Valeurs normalisées de fréquence de référence

##### 8.1.1 Valeurs normalisées de fréquence de référence des filtres à quartz

1,4 MHz  
1,75 MHz  
10,7 MHz  
21,4 MHz  
32,1 MHz

##### 8.1.2 Valeurs normalisées de fréquence de référence des filtres à céramiques piézoélectriques

455 kHz  
465 kHz  
10,7 MHz

#### 8.2 Gammes normalisées de températures de fonctionnement, en degrés Celsius

-55 à +105  
-40 à +85  
-20 à +70  
-10 à +60  
0 à +60  
10 à +40

*Note.* — D'autres gammes de températures peuvent être utilisées mais il convient que la plus basse température ne soit pas inférieure à -60°C et que la température la plus élevée ne soit pas supérieure à 105°C.

#### 8.3 Séquence climatique normale

(Voir chapitre II, section trois, article 17 et annexe A de la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités.)

40/85/56.

*Note.* — Pour les exigences où la gamme de températures de fonctionnement des filtres est supérieure à une gamme comprise entre -40°C et +85°C, il convient de spécifier une catégorie climatique plus sévère dans une spécification particulière.

### 9. Marquage

Les indications suivantes doivent figurer sur chaque filtre piézoélectrique:

#### 9.1 Marquage obligatoire

- a) numéro de type;
- b) fréquence de référence;
- c) marque d'origine.

## SECTION THREE — STANDARD VALUES, TOLERANCES AND MARKING

**8. Standard values and tolerances**8.1 *Standard values of reference frequency*8.1.1 *Standard values of reference frequency for crystal filters*

1.4 MHz  
1.75 MHz  
10.7 MHz  
21.4 MHz  
32.1 MHz

8.1.2 *Standard values of reference frequency for piezoelectric ceramic filters*

455 kHz  
465 kHz  
10.7 MHz

8.2 *Standard operating temperature ranges, in degrees Celsius*

-55 to +105  
-40 to +85  
-20 to +70  
-10 to +60  
0 to +60  
10 to +40

*Note.* — Other temperature ranges may be used but the lowest temperature should be not less than  $-60^{\circ}\text{C}$  and the highest temperature should not exceed  $105^{\circ}\text{C}$ .

8.3 *Standard climatic category*

(See Chapter II, Section Three, Clause 17, and IEC Publication 68-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General, Appendix A.)

40/85/56.

*Note.* — For requirements where the operating temperature range of the filters is greater than  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ , a more severe climatic category shall be specified in the article sheet.

**9. Marking**

Each piezoelectric filter shall be marked as follows:

9.1 *Obligatory marking*

- a) type number;
- b) reference frequency;
- c) mark of origin.

## 9.2 *Marquage facultatif*

Pour mieux définir le filtre, d'autres indications peuvent être ajoutées telles que:

- largeur de bande passante;
- schéma des connexions aux broches;
- numéro de série;
- date de fabrication.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60368-1:1982  
Without a watermark

## 9.2 *Optional marking*

Any other information necessary to obtain a better definition of a filter may be added such as:

- pass bandwidth;
- diagram of pin connections;
- serial number;
- date of manufacture.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60368-1:1982  
Withdrawn

## CHAPITRE II: CONDITIONS D'ESSAIS

### 1. Généralités

Ce chapitre est divisé en trois sections et une annexe.

La section un donne les détails concernant les méthodes de mesure qui permettent de juger des caractéristiques électriques d'un filtre dans les conditions «de réception».

Les sections deux et trois contiennent les détails concernant les essais qui peuvent déterminer la possibilité du filtre de maintenir ses caractéristiques électriques après une certaine période d'utilisation. La section deux donne les détails concernant les essais d'étanchéité et de stockage. La section trois donne une liste des essais mécaniques et climatiques de la Publication 68 de la CEI appropriés aux filtres.

Après ces essais, les spécimens doivent être capables de répondre aux spécifications des caractéristiques électriques et, si cela est spécifié, également pendant un ou plusieurs de ces essais.

L'annexe A donne la liste des essais de type montrant tous les essais possibles et l'ordre dans lequel ils doivent être exécutés. Elle peut être utilisée comme une liste de contrôle permettant de définir des essais de type pour un cas particulier. En agissant de cette façon, il faut tenir compte des points suivants:

- prescriptions électriques;
- essais qui doivent être effectués et ordre de leur application (liste des essais de type);
- degrés de sévérité de ces essais;
- étendue des mesures à effectuer pendant et/ou après les essais pour vérifier que tous les spécimens ont passé les essais avec succès;
- nombre de spécimens à essayer, leur division en lots séparés et nombre de défauts admis.

Les filtres piézoélectriques qui ont subi ces essais de type ne doivent être ni utilisés sur un appareil ni reversés aux stocks.

### 2. Conditions normales d'essais

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essais fixées par la Publication 68-1 de la CEI (température: 15°C à 35°C; humidité relative: 45% à 75%; pression atmosphérique: 860 mbar à 1 060 mbar).

Avant les mesures, les filtres doivent être stockés à la température d'essai pendant un temps suffisant pour permettre au filtre d'atteindre cette température.

Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de la température normale, les résultats doivent, si nécessaire, être ramenés à cette température. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée sur le procès-verbal d'essai.

*Note.* — Pendant les mesures, il convient de ne pas soumettre les filtres à des conditions susceptibles de fausser les résultats des mesures.

## CHAPTER II: TEST CONDITIONS

### 1. General

This chapter is sub-divided into three sections and an appendix.

Section One gives details of measuring methods which permit the electrical characteristics of the filter to be judged in the "as received" condition.

Sections Two and Three contain details of tests which assess the ability of the filter to maintain its electrical characteristics after a certain period of use. Section Two gives details of sealing and storage tests. Section Three lists mechanical and climatic tests of IEC Publication 68 which are appropriate to filters.

After these tests, and if specified, during one or more of the tests, the specimens shall be capable of meeting the requirements for electrical characteristics.

Appendix A gives a schedule for type testing showing all possible tests and the order in which they shall be carried out. It may be used as a check list to draw up the type-test schedule for a particular case. When doing so, the following points should be considered:

- electrical requirements;
- tests to be made and their order of application (test schedule);
- severities of the tests;
- extent of the measurements to be made during and/or after the tests in order to verify whether all the specimens have successfully passed the tests;
- number of specimens to be tested, their division over the separate lots and the permissible number of rejects.

Piezoelectric filters which have been subjected to these type tests should not be used in equipment or returned to bulk supply.

### 2. Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC Publication 68-1 (temperature: 15°C to 35°C; relative humidity: 45% to 75%; air pressure: 860 mbar to 1 060 mbar).

Before the measurements are made, the filters shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the filter to reach this temperature.

When measurements are made at a temperature other than the standard temperature, the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

*Note.* — During measurement, the filters should not be exposed to conditions likely to invalidate the results of the measurements.

### 3. Examen visuel et contrôle des dimensions

- a) Les dimensions doivent être vérifiées et doivent satisfaire aux valeurs spécifiées.
- b) Les filtres doivent être fabriqués conformément aux règles de l'art.
- c) Le marquage doit être lisible et indélébile.
- d) Sauf spécification contraire, les filtres en boîtiers métalliques doivent avoir des dispositifs pour la mise à la terre de ces boîtiers.

## SECTION UN – CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

### 4. Caractéristiques de transmission

#### 4.1 Méthodes de mesure

##### 4.1.1 Conditions générales

Les filtres doivent être montés dans un montage d'essai dans lequel le couplage entre les broches d'entrée ou de sortie est maintenu minimal par un blindage et par une mise à la terre convenables.

##### 4.1.2 Mesure de l'affaiblissement

###### a) Principe de la mesure

Le filtre avec les impédances de charge spécifiées connectées, est remplacé par un atténuateur étalonné qui est ajusté pour donner une tension de sortie d'amplitude égale. L'affaiblissement de transmission et l'affaiblissement d'insertion peuvent être calculés à partir des données relevées avec l'atténuateur.

### 3. Visual examination and check of dimensions

- a) The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.
- b) The filters shall show evidence of having been manufactured in accordance with good current practice.
- c) The marking shall be legible and durable.
- d) Unless otherwise specified, filters with metal enclosures shall have earthing facilities for these enclosures.

## SECTION ONE — ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### 4. Transmission characteristics

#### 4.1 *Measuring methods*

##### 4.1.1 *General conditions*

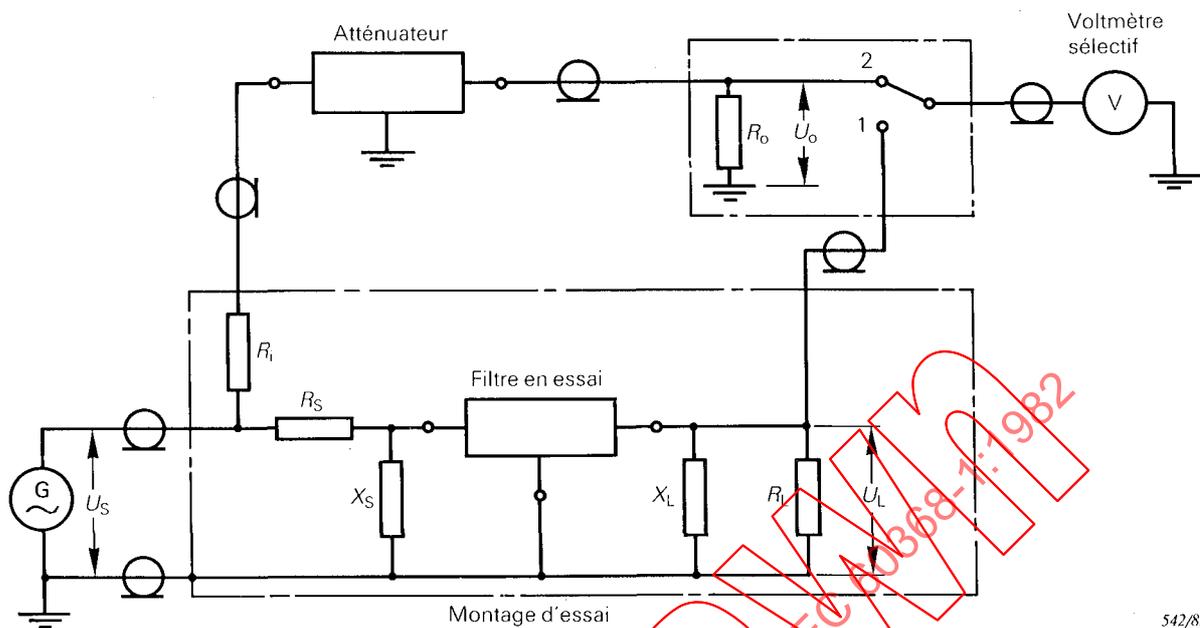
The filters shall be mounted in a test jig, in which coupling between input and output terminals is kept to a minimum by proper shielding and earthing.

##### 4.1.2 *Attenuation measurement*

###### a) *Principle of measurement*

The filter with the specified terminating impedances connected is replaced by a calibrated attenuator which is adjusted to produce an output voltage equal in amplitude. The transducer attenuation and the insertion attenuation can be calculated from the reading of the attenuator.

b) *Circuit de mesure*



542/82

- $U_L$  = tension à la charge
- $U_S$  = tension du générateur de signaux
- $U_o$  = tension à  $R_o$  (tension de sortie)
- $R_i$  = impédance de charge d'un atténuateur ( $R_i = R_o$ )
- $R_o$  = partie résistive de l'admittance de charge
- $R_S$  = partie réactive de l'admittance de charge
- $X_L$  = partie réactive de l'admittance de charge
- $X_S$  = partie réactive de l'admittance de charge

FIG. 1. — Mesure de l'affaiblissement.

- Notes 1. — Le matériel d'essai qu'on trouve dans le commerce peut être utilisé à condition qu'une corrélation ait été établie avec le circuit de mesure ci-dessus.
2. — La température du montage d'essai, pendant ces mesures, doit être dans les limites de la gamme de températures du filtre en essai.
3. — Si un filtre doit être mesuré et que les conditions d'essais doivent être telles que la tension mesurée à la charge  $R_L$  soit supérieure à la tension maximale qui peut être fixée à  $R_o$ , il peut être nécessaire d'employer un transformateur d'adaptation comme une partie du circuit de mesure pour éliminer cette condition.

c) *Générateur de signaux*

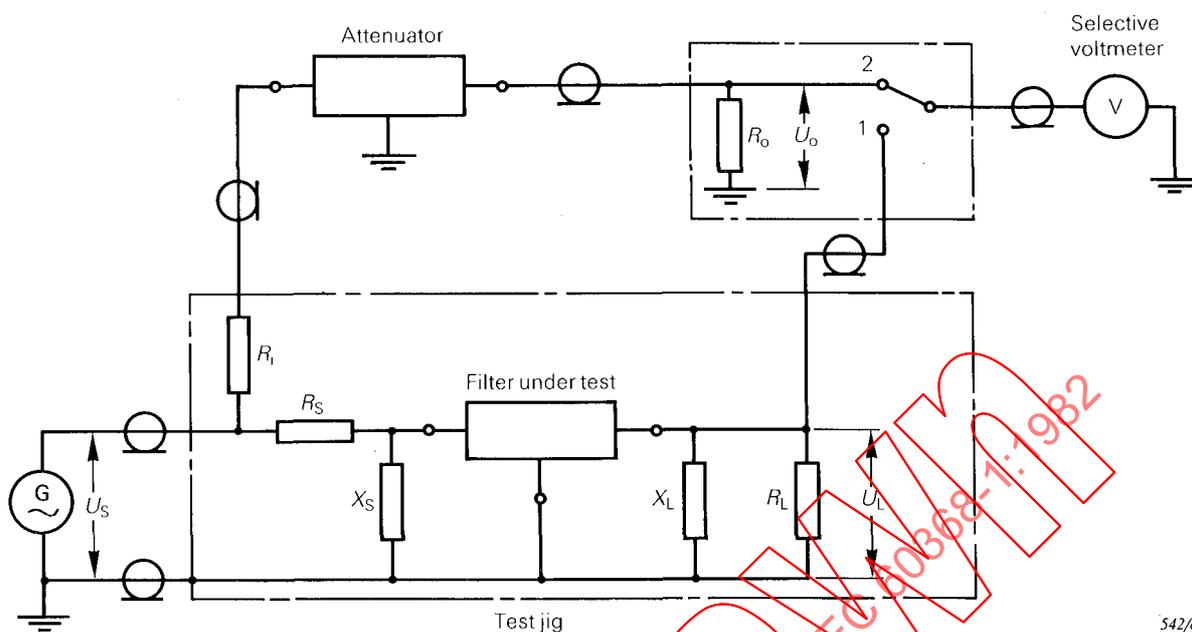
A  $\pm 10\%$  de la fréquence pour laquelle le générateur de signaux est ajusté, la tension de sortie totale, mise à part celle à la fréquence ajustée, doit être au moins inférieure de 80 dB à la tension de sortie principale. Mesurée à l'élément détecteur, la tension de sortie due à chaque harmonique de la fréquence pour laquelle le générateur de signaux est ajusté doit être au moins inférieure de 60 dB à la tension de sortie à la fréquence fondamentale.

Des filtres pour supprimer les harmoniques peuvent être utilisés si nécessaire. Il est préférable que le niveau de sortie soit contrôlé automatiquement.

d) *Voltmètre sélectif*

La sensibilité doit être telle qu'en liaison avec le générateur de signaux utilisé il soit possible de détecter:

## b) Measuring circuit



542/82

- $U_L$  = voltage across the load  
 $U_S$  = signal generator voltage  
 $U_o$  = voltage across  $R_o$  (output voltage)  
 $R_i$  = terminating impedance of attenuator ( $R_i = R_o$ )  
 $R_o$   
 $R_L$  = resistive portion of the terminating admittance  
 $R_S$   
 $X_L$  = reactive portion of the terminating admittance  
 $X_S$

FIG. 1. — Attenuation measurement.

- Notes 1. — Commercially available filter test equipment can be used, provided that correlation with this measuring circuit has been achieved.
2. — The temperature of the test jig during the measurement shall be within the temperature range of the filter under test.
3. — Should the filter be measured and test conditions be such that the voltage measured across the load  $R_L$  be greater than the maximum voltage which can be set across  $R_o$ , it may be necessary to employ an impedance matching transformer as part of the measuring circuit to overcome this condition.

## c) Signal generator

Within a range of  $\pm 10\%$  of the frequency at which the signal generator is adjusted, the total output apart from that at the adjusted frequency shall be at least 80 dB below the main output. When measured at the detector element, the output at any harmonic of the frequency for which the signal generator is adjusted shall be at least 60 dB below the output at the fundamental frequency.

Harmonic suppression filters may be used if necessary. The output level shall preferably be automatically controlled.

## d) Selective voltmeter

The sensitivity shall be such that, in conjunction with the signal generator used, it is possible to detect:

- une variation du niveau d'entrée de 0,05 dB ou 10% de l'affaiblissement minimal mesuré, la valeur la plus élevée étant applicable;
- un niveau de sortie  $U_o$  correspondant à un ajustement de l'affaiblissement égal à  $A_{\max} + 10$  dB, où  $A_{\max}$  est la plus grande valeur de l'affaiblissement exigée dans la bande atténuée du filtre.

La valeur absolue de l'impédance d'entrée ne doit pas être inférieure à  $100 R_L$  ou  $100 R_o$ , la valeur la plus élevée étant applicable.

e) *Montage d'essai d'un filtre; généralités*

Les filtres sont souvent spécifiés avec des impédances de charge contenant un élément réactif pour ajuster la réactance répartie du circuit associé à l'application particulière du filtre. Les réactances sont habituellement des capacités en parallèle associées avec les capacités réparties des fils et des lampes ou transistors.

Pour éviter d'avoir une expression compliquée pour l'affaiblissement de transmission, il est commode de supposer des charges résistives dans le circuit d'essai en associant la partie réactive de la charge spécifiée avec le filtre. Pour la plupart des filtres piézoélectriques à bandes relativement étroites, l'erreur résultante est négligeable.

Le montage d'essai doit être tel qu'il satisfasse à l'essai suivant.

- connecter une résistance correctement blindée égale à  $R_S$  aux bornes conçues pour recevoir les broches d'entrée du filtre en essai;
- connecter une résistance correctement blindée égale à  $R_L$  aux bornes conçues pour recevoir les broches de sortie du filtre en essai;
- déconnecter  $X_L$  et  $X_S$ ;
- mesurer l'affaiblissement de transmission du montage d'essai. Celui-ci ne doit pas être inférieur à  $A_{\max} + 10$  dB, où  $A_{\max}$  est la plus grande valeur de l'affaiblissement exigée dans la bande atténuée du filtre.

f) *Méthode de mesure*

Ajuster les résistances  $R_L$  et  $R_S$  et les réactances  $X_L$  et  $X_S$  aux valeurs spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

Ajuster la sortie du générateur de signaux à un niveau inférieur au niveau d'entrée maximal du filtre en essai et ajuster la fréquence à une des valeurs spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

Placer le connecteur dans la position 1 et mesurer la tension de sortie  $U_L$ . Ajuster l'atténuateur pour obtenir la même lecture sur le voltmètre (connecteur dans la position 2).

g) *Calcul de l'affaiblissement de transmission et de l'affaiblissement d'insertion*

Ils peuvent être calculés par les formules suivantes:

$$a_t = a_r + 10 \log_{10} \frac{R_L}{R_S}$$

$$a_i = a_r - 20 \log_{10} \frac{R_S + R_L}{2R_L}$$

où:

- $a_r$  = lecture de l'atténuateur, en décibels
- $a_t$  = affaiblissement de transmission, en décibels
- $a_i$  = affaiblissement d'insertion, en décibels.

- a change of 0.05 dB in input level or 10% of the minimum attenuation to be measured, whichever is the greater;
- an output level  $U_o$  corresponding to an adjustment of the attenuation equal to  $A_{\max} + 10$  dB, where  $A_{\max}$  is the highest value of attenuation requirement in the stop band of the filter.

The absolute value of the input impedance shall be not less than  $100 R_L$  or  $100 R_o$ , whichever is the greater.

e) *Filter test jig; general*

Filters are often specified with terminating impedances which include a reactive element in order to accommodate stray circuit reactance associated with the specific filter application. The reactances are usually shunt capacitances associated with stray lead and tube or transistor capacitance.

In order to avoid complicating the transducer attenuation expression, it is convenient to assume resistive terminations in the test circuit by associating the reactive part of the required termination with the filter. For the relatively narrow bandwidths of most piezoelectric filters, the resulting error is negligible.

The test jig shall be such that it satisfies the following test:

- connect a well-shielded resistor equal to  $R_S$  to the plugs designed to contact the input terminals of the filter under test;
- connect a well-shielded resistor equal to  $R_L$  to the plugs designed to contact the output terminals of the filter under test;
- disconnect  $X_L$  and  $X_S$ ;
- measure the transducer attenuation of the jig which shall not be less than  $A_{\max} + 10$  dB, where  $A_{\max}$  is the highest value of attenuation requirement in the stop band of the filter.

f) *Method of measurement*

Adjust the resistances  $R_L$  and  $R_S$  and the reactances  $X_L$  and  $X_S$  to the values specified in the relevant article sheet.

Adjust the output of the signal generator to a level lower than the maximum input level of the filter under test and adjust the frequency to one of the values specified in the relevant article sheet.

Set the switch in position 1 and measure the output voltage  $U_L$ . With the switch in position 2, adjust the attenuator to give the same voltmeter reading.

g) *Calculation of the transducer attenuation and the insertion attenuation*

These can be calculated from the following formulae:

$$a_t = a_r + 10 \log_{10} \frac{R_L}{R_S}$$

$$a_i = a_r - 20 \log_{10} \frac{R_S + R_L}{2R_L}$$

where:

- $a_r$  = attenuator reading, in decibels
- $a_t$  = transducer attenuation, in decibels
- $a_i$  = insertion attenuation, in decibels

Notes 1. — Pour  $R_S = R_L$ ,  $a_i$  est égal à  $a_r$ .

2. — La mesure de contrôle d'une valeur de l'affaiblissement d'insertion  $a_i$  calculée à partir des valeurs relevées avec l'atténuateur  $a_r$  peut être effectuée en mesurant l'affaiblissement dans une branche inconnue du circuit de mesure en remplaçant le filtre en essai par une connexion directe.

#### 4.1.3 Mesure de la caractéristique de phase

##### a) Principe de la mesure

La phase est mesurée entre la tension de source et la tension de sortie. Cet angle de phase est égal à la phase d'insertion aussi bien qu'à la phase de transmission.

##### b) Circuit de mesure

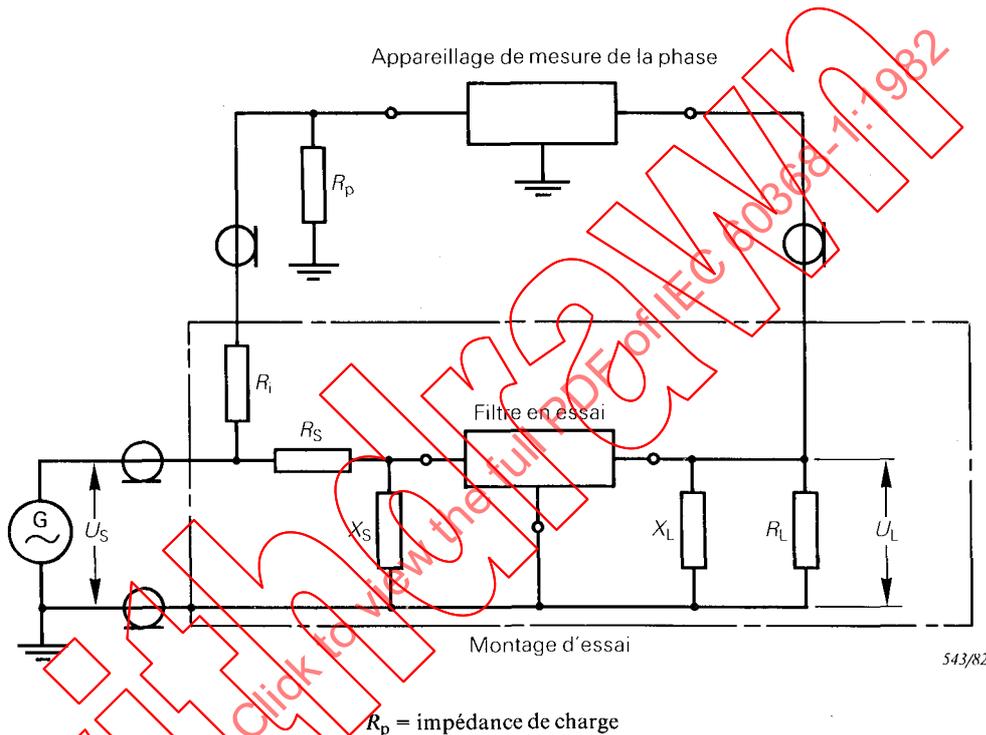


FIG. 2. — Mesure de la caractéristique de phase.

Notes 1. — Le matériel d'essai qu'on trouve dans le commerce peut être utilisé à condition qu'une corrélation ait été établie avec le circuit de mesure ci-dessus.

2. — La température du montage d'essai pendant ces mesures doit être située dans la gamme de températures du filtre en essai.

##### c) Générateur de signaux

Le générateur peut être utilisé conformément aux prescriptions du point c) du paragraphe 4.1.2.

##### d) Appareillage pour la mesure de la caractéristique de phase

La valeur absolue de l'impédance d'entrée ne doit pas être inférieure à  $100 R_L$ .

##### e) Montage d'essai d'un filtre

Le montage d'essai peut être utilisé conformément aux prescriptions du point e) du paragraphe 4.1.2.

Notes 1. — For  $R_S = R_L$ ,  $a_i$  is equal to  $a_r$ .

2. — A check measurement of the value of insertion attenuation  $a_i$  as calculated from the measured value of attenuator reading  $a_r$  can be made by making an attenuation measurement through the unknown branch of the measuring circuit by replacing the filter under test by a straight-through connection.

#### 4.1.3 Phase characteristic measurement

##### a) Principle of measurement

The phase between the source voltage and the output voltage is measured. This phase angle is equal to the insertion phase as well as to the transducer phase.

##### b) Measuring circuit

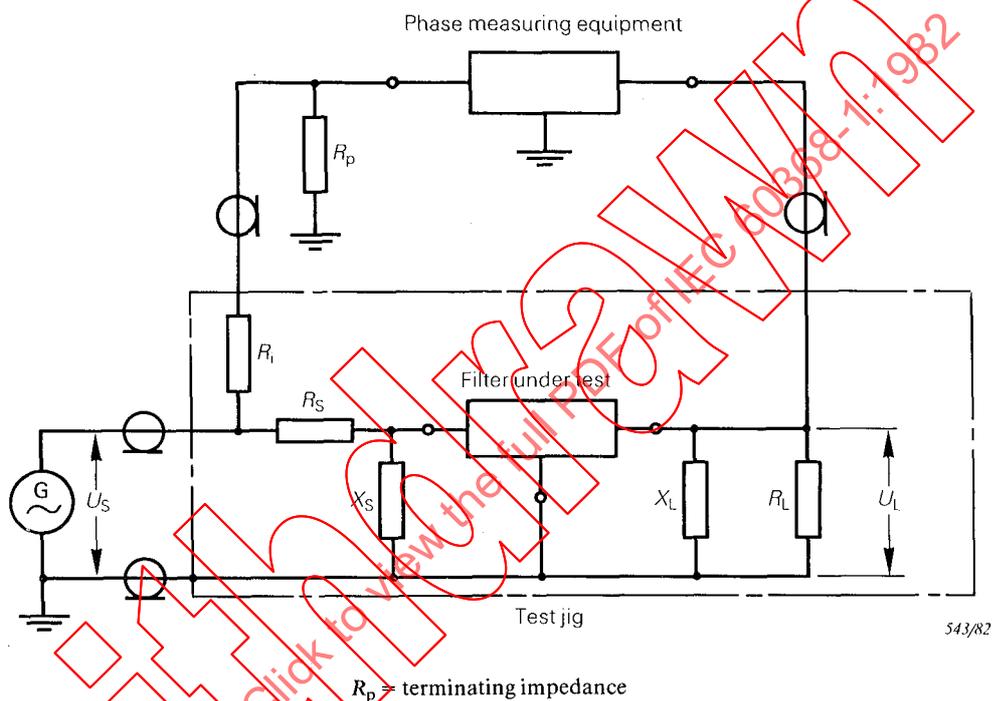


FIG. 2. — Phase characteristic measurement.

Notes 1. — Commercially available filter test equipment can be used, provided that correlation with this measuring circuit has been achieved.

2. — The temperature of the test jig during the measurements should be within the temperature range of the filter to be tested.

##### c) Signal generator

The generator as prescribed in Item c) of Sub-clause 4.1.2 can be used.

##### d) Phase characteristic measuring equipment

The absolute value of the input impedance shall be not less than  $100 R_L$ .

##### e) Filter test jig

The test jig prescribed in Item e) of Sub-clause 4.1.2 can be used.

f) *Méthode de mesure et de calcul*

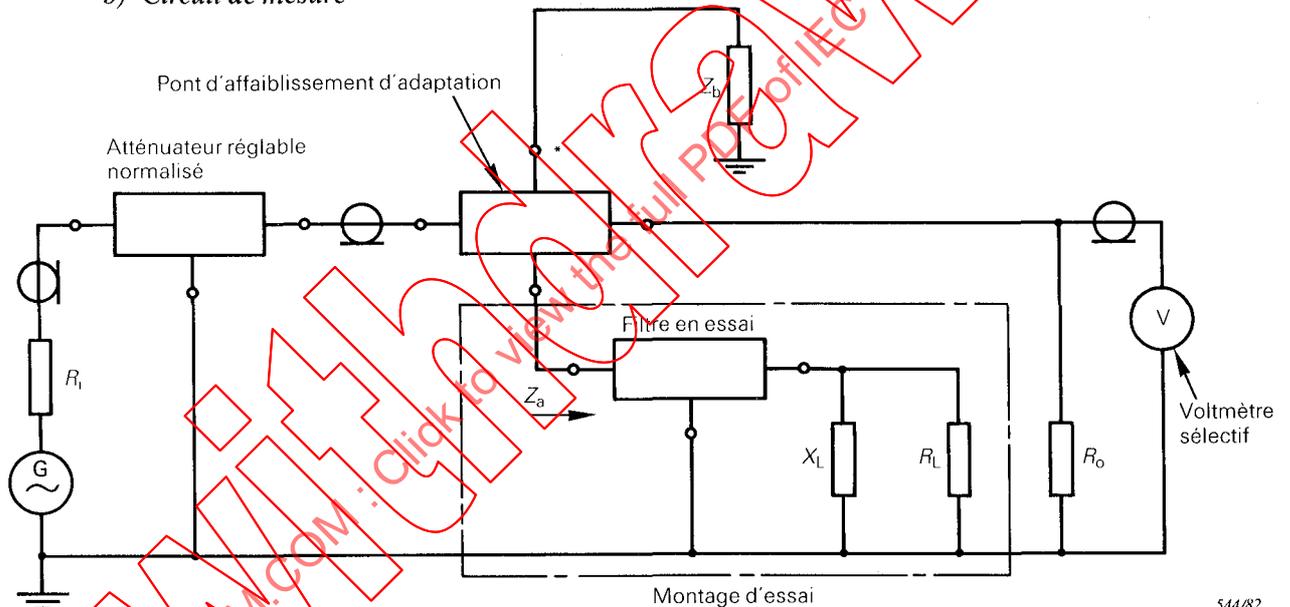
Ajuster les résistances  $R_S$  et  $R_L$  et les réactances  $X_L$  et  $X_S$  aux valeurs spécifiées dans la spécification particulière correspondante. Remplacer le filtre par une connexion droite entre les broches d'entrée et de sortie et noter l'indication du phasemètre. Insérer le filtre dans le montage d'essai et noter à nouveau l'indication du phasemètre. La rotation de phase d'insertion est la différence entre ces lectures.

4.1.4 *Mesure de l'affaiblissement d'adaptation*

a) *Principe de la mesure*

L'impédance du filtre (parties réelle et imaginaire) peut être mesurée à l'aide d'un pont d'impédance classique, l'impédance de charge spécifiée étant appliquée au filtre. On calcule l'affaiblissement d'adaptation à partir de la valeur mesurée de l'impédance du filtre et de la valeur spécifiée de l'impédance de charge. On peut aussi utiliser un appareillage de mesure comportant, avec un générateur de signaux, un pont d'affaiblissement d'adaptation, un atténuateur réglable normalisé et un détecteur. L'atténuateur réglable normalisé n'est pas indispensable, comme l'indique le point b) ci-dessous.

b) *Circuit de mesure*



- G = générateur de signaux
  - $R_i$  = impédance de charge de l'atténuateur
  - $R_o$  = impédance de charge du pont d'affaiblissement d'adaptation
  - $R_L$  = impédance de charge du filtre
  - $X_L$  = impédance de charge du filtre
  - $Z_a$  = impédance d'un filtre en essai
  - $Z_b$  = impédance de charge normalisée
- \* Connexion directe ou connexion court-circuitée.

FIG. 3. — Mesure de l'affaiblissement d'adaptation.

- Notes
1. — Pendant ces mesures, la température du montage d'essai (si un tel appareillage est utilisé) doit être dans les limites de la gamme de températures de fonctionnement du filtre en essai.
  2. — La mesure est effectuée à la fréquence ou aux fréquences spécifiées puis le branchement du filtre est inversé et l'affaiblissement d'adaptation est mesuré sur l'autre sortie, si spécifié.
  3. — Le matériel d'essai qu'on trouve dans le commerce peut être utilisé à condition qu'une corrélation ait été établie avec le circuit de mesure ci-dessus.

f) *Method of measurement and calculation*

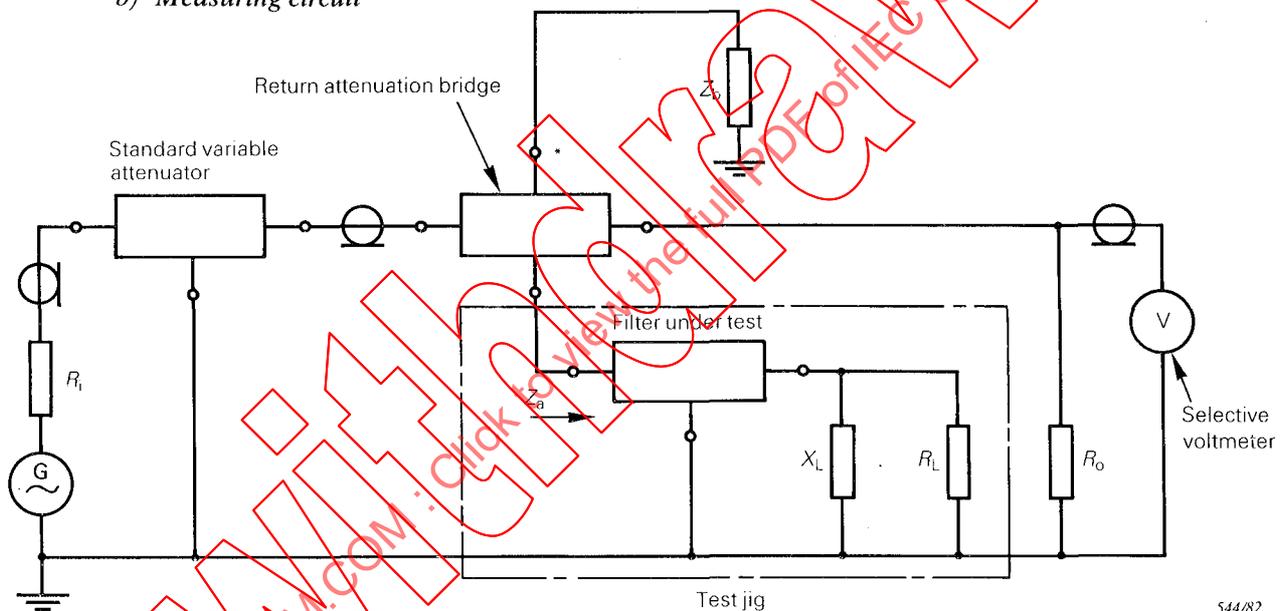
Adjust the resistances  $R_S$  and  $R_L$  and the reactances  $X_L$  and  $X_S$  to the values specified in the relevant article sheet. Replace the filter by a straight connection between input and output plugs and note the reading of the phase-meter. Insert the filter in the test jig and note the reading of the phase-meter again. The insertion phase shift is the difference between these two readings.

4.1.4 *Return attenuation measurement*

a) *Principle of measurement*

The impedance (real and imaginary parts) of the filter with the specified terminating impedance connected to one end, may be measured with a conventional impedance bridge. The return attenuation can be calculated from the measured value of the filter impedance and the specified value of the terminating impedance. Alternatively, a return loss bridge, together with a signal generator, a standard variable attenuator and a detector may be used. The standard variable attenuator is not essential, as indicated in Item h) below.

b) *Measuring circuit*



544/82

- $G$  = signal generator  
 $R_t$  = terminating impedance of the attenuator  
 $R_o$  = terminating impedance of the return attenuation bridge  
 $R_L$  = terminating impedance of the filter  
 $X_L$  = terminating impedance of the filter  
 $Z_a$  = impedance of the filter under test  
 $Z_b$  = standard terminating impedance  
 \* Direct connection or short-circuited connection.

FIG. 3. — Return attenuation measurement.

- Notes
1. — The temperature of the test jig (if used) during the measurement should be within the operating temperature range of the filter under test.
  2. — The measurement should be made at the stated frequency(ies) and if specified the filter should be reversed and the return attenuation measured from the other end.
  3. — Commercially available filter test equipment can be used, provided a correlation with this measuring circuit has been established.

c) *Générateur de signaux*

On peut utiliser un générateur de signaux conforme à la description du point c) du paragraphe 4.1.2.

d) *Voltmètre sélectif*

On peut utiliser un voltmètre sélectif conforme à la description du point d) du paragraphe 4.1.2.

e) *Atténuateur réglable*

L'atténuateur doit couvrir une gamme conforme à la mesure à effectuer; il doit avoir une réponse en fréquence convenable, un bon affaiblissement d'adaptation et un affichage exact.

f) *Pont d'affaiblissement d'adaptation*

La réponse en fréquence de cet appareil doit correspondre à la mesure à effectuer. Le transformateur doit être de qualité élevée, avec de préférence les deux extrémités de l'enroulement secondaire reliées à la terre à travers deux condensateurs variables afin de permettre des ajustements pour obtenir un équilibre optimal avant la mesure. L'impédance normalisée est généralement une résistance de haute qualité, à tolérance serrée. Pour vérifier l'équilibre du pont, deux résistances bien adaptées peuvent être connectées aux points  $Z_a$  et  $Z_b$  et les condensateurs variables mentionnés ci-dessus sont ajustés à l'affaiblissement d'adaptation maximal.

g) *Montage d'essai*

Il est souvent souhaitable de monter le réseau en essai dans un montage d'essai et d'effectuer toutes les interconnexions entre les divers appareils à l'aide de câble coaxiaux de faible longueur.

h) *Méthode de mesure*

On monte le filtre à essayer dans le dispositif de mesure de l'affaiblissement d'adaptation présenté à la figure 3, page 32. L'atténuateur variable étant réglé à 0 dB, noter la lecture sur le détecteur. Déconnecter le filtre et ajuster l'atténuateur pour obtenir sur le détecteur la même lecture que ci-dessus. L'affaiblissement d'adaptation est donné par la lecture de l'atténuateur.

La procédure suivante est adoptée lorsqu'on ne dispose pas d'atténuateur réglable normalisé. Le filtre en essai étant mis hors circuit, noter la lecture sur le détecteur; celle-ci correspond à 0 dB. Connecter le filtre et noter à nouveau la lecture sur le détecteur. Le rapport des deux lectures donne l'affaiblissement d'adaptation.

*Note.* — Dans tous les cas, il convient que le filtre soit chargé par une impédance correcte sur l'accès qui n'est pas soumis à l'essai.

j) *Calcul de l'affaiblissement d'adaptation lorsqu'on utilise un pont classique*

Lorsque la mesure est effectuée avec un pont d'impédance classique, l'affaiblissement d'adaptation est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$\text{affaiblissement d'adaptation (dB)} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_a + Z_b}{Z_a - Z_b} \right|$$

où:

$Z_a$  = impédance mesurée

$Z_b$  = impédance de charge de l'accès soumis à l'essai

c) *Signal generator*

The signal generator as described in Item c) of Sub-clause 4.1.2 can be used.

d) *Selective voltmeter*

The selective voltmeter as described in Item d) of Sub-clause 4.1.2 can be used.

e) *Variable attenuator*

The attenuator shall have an adequate range, a suitable frequency response, good return attenuation and accuracy of setting.

f) *Return attenuation (loss) bridge*

This unit shall have an adequate frequency response. The transformer shall be a high quality component, preferably with variable capacitors connected at each end of the secondary winding to earth, so that adjustments can be made to obtain optimum balance, prior to use. The standard impedance is normally a high-quality close-tolerance resistor. To check the balance of the bridge, two well-matched resistors may be connected to the  $Z_a$  and  $Z_b$  positions, and the variable capacitors mentioned above adjusted for maximum return attenuation.

g) *Test jig*

It is often desirable that the network under test should be mounted on a test jig, and all interconnections between units should be made by short lengths of coaxial cable.

h) *Method of measurement*

The filter to be tested shall be connected to the return loss test equipment as shown in Figure 3, page 33. With the variable attenuator set to 0 dB, note the detector reading. Disconnect the filter and adjust the attenuator to give the same detector reading as above. The return attenuation is given by the attenuator setting.

If the standard variable attenuator is not available then the following procedure may be adopted. With the filter under test disconnected, note the detector reading; this corresponds to 0 dB. Connect the filter and again note the detector reading. The ratio of the two readings gives the return attenuation.

*Note.* — In all instances, the filter should be terminated with the correct impedance at the port not under test.

j) *Calculation of return attenuation using a conventional bridge*

When measurements are made with a conventional impedance bridge, the return attenuation is calculated from the following formula:

$$\text{return attenuation (dB)} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_a + Z_b}{Z_a - Z_b} \right|$$

where:

$Z_a$  = impedance measured

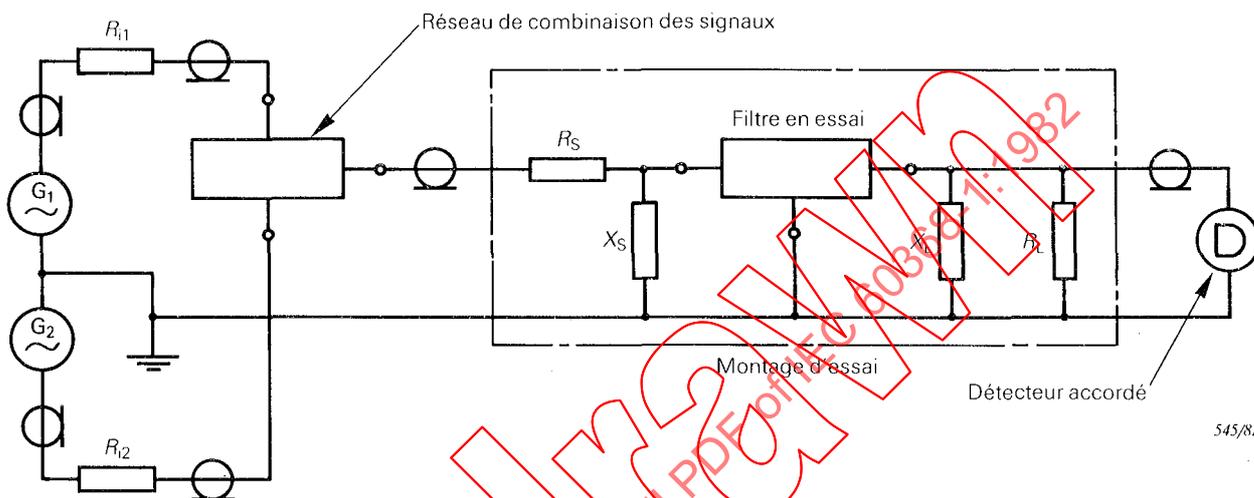
$Z_b$  = terminating impedance of the port being measured

4.1.5 Mesure de la distorsion d'intermodulation

a) Principe de la mesure

Deux signaux non modulés de niveaux et de fréquences  $f_1$  et  $f_2$  spécifiés dans la spécification particulière correspondante sont appliqués simultanément à l'entrée du filtre; leur niveau de puissance à la sortie du filtre est comparé à celui de l'un des signaux de fréquence  $\pm nf_2 \pm (n - 1)f_1$ , où  $n$  est un nombre entier, apparaissant à la sortie dans la bande passante du filtre et produit par des effets non linéaires des composants de celui-ci.

b) Circuit de mesure



- $R_{11}$  = impédance de charge du circuit de combinaison des signaux ( $R_{11} = R_{12}$ )
- $R_{12}$  = impédance de charge du circuit de combinaison des signaux ( $R_{11} = R_{12}$ )
- $R_S$  = résistance des impédances de charge
- $R_L$  = résistance des impédances de charge
- $X_S$  = réactance des impédances de charge
- $X_L$  = réactance des impédances de charge
- $G_1$  = générateur de signaux pour la fréquence  $f_1$
- $G_2$  = générateur de signaux pour la fréquence  $f_2$

FIG. 4. — Mesure de la distorsion d'intermodulation.

c) Réseau de combinaison des signaux

Il s'agit généralement d'un dispositif résistif linéaire procurant un isolement suffisant entre les générateurs de signaux afin d'éviter l'intermodulation éventuellement produite dans leurs circuits de sortie.

d) Générateurs de signaux

Ils doivent non seulement couvrir la gamme de fréquences et être suffisamment puissants pour fournir la puissance correcte au filtre après le passage dans le réseau d'adaptation, mais ils doivent aussi avoir à leur sortie un rapport signal sur bruit très élevé et un très faible taux d'harmoniques résiduels.

e) Décteur accordé

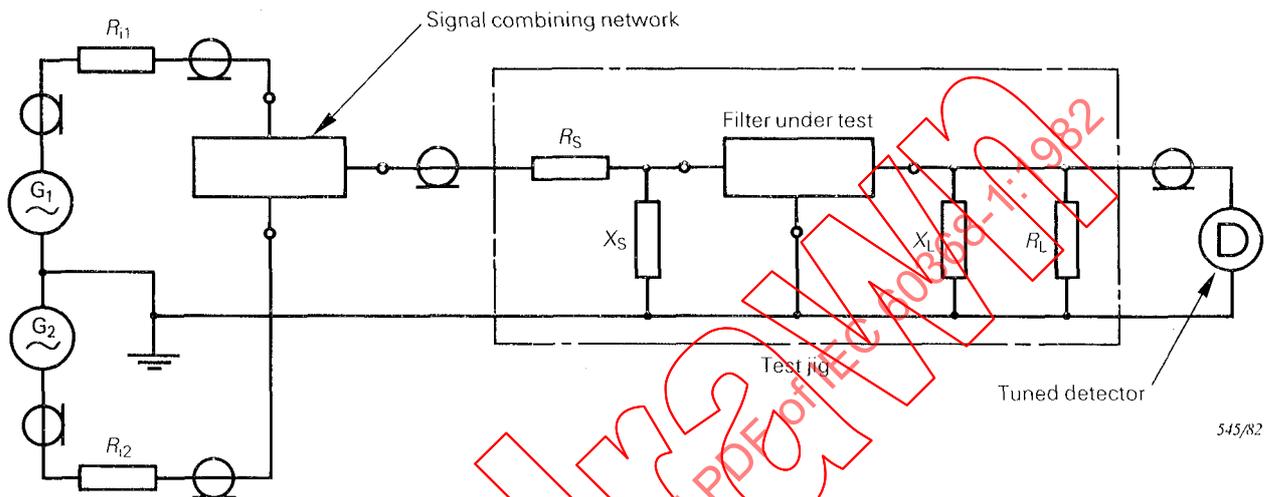
La sélectivité du décteur accordé détermine, avec la largeur de bande du filtre, lequel des produits d'intermodulation sera mesuré et doit avoir un affaiblissement relatif supé-

#### 4.1.5 Intermodulation distortion measurement

##### a) Principle of measurement

Two unmodulated signals  $f_1$  and  $f_2$  of level and frequency as specified in the relevant article sheet are simultaneously applied to the input of the filter and their power level at the output of the filter is compared to one of the combination frequencies  $\pm nf_2 \pm (n-1)f_1$ , where  $n$  is an integer, which are produced at the output due to the non-linear effects of the filter components, and lie within the pass-band of the filter.

##### b) Measuring circuit



545/82

- $R_{i1}$  = terminating impedance of the signal combining network ( $R_{i1} = R_{i2}$ )  
 $R_{i2}$   
 $R_s$  = resistive portion of the terminating impedances  
 $R_l$   
 $X_s$  = reactive portion of the terminating impedances  
 $X_l$   
 $G_1$  = signal generator for the frequency  $f_1$   
 $G_2$  = signal generator for the frequency  $f_2$

FIG. 4. — Intermodulation distortion measurement.

##### c) Signal combining network

This will normally be a linear resistive device providing sufficient isolation between the signal generators to prevent intermodulation occurring in their output circuits.

##### d) Signal generators

These are required not only to cover the frequency range and to have sufficient power level to provide the correct power at the filter after passing through the matching network, but also to provide output with extremely high signal-to-noise ratio and low higher harmonic content.

##### e) Tuned detector

The selectivity of the tuned detector together with the bandwidth of the filter will determine which of the intermodulation products are to be measured and must have a relative attenu-

rieur à  $P + 10$  dB à  $f_1$  et  $f_2$ ,  $P$  étant le niveau spécifié de la distorsion d'intermodulation. Le détecteur accordé doit aussi offrir une protection suffisante contre les produits d'intermodulation incidents de même ordre que ceux qui sont à mesurer.

*Note.* — Ces prescriptions peuvent être observées en utilisant un analyseur de spectre convenable.

*f) Méthode de mesure*

Les générateurs de signaux étant réglés pour fournir des signaux de fréquence et de puissance spécifiés dans la spécification particulière correspondante, couper le signal  $f_2$  et accorder le détecteur sur  $f_1$ ; noter  $P_1$  le niveau de sortie du filtre. Injecter le signal  $f_2$  et accorder le détecteur à la fréquence du produit d'intermodulation prescrit, par exemple  $f_2 + f_1$ ,  $f_2 - f_1$ ,  $2f_2 + f_1$ ,  $2f_2 - f_1$ , etc. Noter  $P_2$  ce niveau. La distorsion d'intermodulation est alors  $P_2 - P_1$  dB.

*Note.* — Il est recommandé de vérifier que le dispositif de mesure produit un niveau acceptable faible de distorsion d'intermodulation en répétant l'essai, le filtre étant enlevé.

## 4.2 Conditions de mesure

### 4.2.1 Mesure de l'affaiblissement de transmission et de la caractéristique de phase aux impédances de charge nominales et dans des conditions atmosphériques normales

- Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.2 avec les impédances de charge ajustées aux valeurs nominales données dans la spécification particulière correspondante.
- Ensuite, le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.3 avec les impédances de charge ajustées aux valeurs nominales données dans la spécification particulière correspondante.
- L'affaiblissement et la caractéristique de phase doivent être dans les limites spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

### 4.2.2 Mesure de l'affaiblissement de transmission et de la caractéristique de phase aux impédances de charge minimale et maximale et dans des conditions atmosphériques normales

- Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.2 avec les composantes résistives et réactives des impédances de charge ajustées successivement aux niveaux d'impédance minimaux et maximaux, comme spécifié dans la spécification particulière correspondante.
- Ensuite, le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.3 avec les composantes résistives et réactives des impédances de charge ajustées successivement aux niveaux d'impédance minimaux et maximaux, comme spécifié dans la spécification particulière correspondante.
- L'affaiblissement et la caractéristique de phase doivent être dans les limites spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

### 4.2.3 Mesure de l'affaiblissement de transmission et des caractéristiques de phase en fonction de la température

- Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai du paragraphe 4.1.2 et l'affaiblissement est mesuré dans la gamme de températures spécifiée, au niveau d'excitation nominal et avec l'impédance de charge nominale.

ation of greater than  $P + 10$  dB at  $f_1$  and  $f_2$ , where  $P$  is the specified level of intermodulation distortion. The tuned detector must also provide sufficient guard against the adjacent intermodulation products which will be of the same order as those being measured.

*Note.* — These requirements may be met by using a suitable spectrum analyzer.

*f) Method of measurement*

With the signal generators set at the frequencies and levels as detailed in the relevant article sheet, switch off  $f_2$  and tune detector to  $f_1$ , record level at the output of the filter as  $P_1$ . Switch on  $f_2$  and tune detector to the frequency of the required intermodulation product as specified, for example  $f_2 + f_1, f_2 - f_1, 2f_2 + f_1, 2f_2 - f_1$ , etc., record this level as  $P_2$ . Intermodulation distortion is then  $P_2 - P_1$  dB.

*Note.* — It is advisable to check that the equipment is producing acceptable low levels of the intermodulation distortion by repeating the test with the filter removed.

## 4.2 Conditions of measurement

### 4.2.1 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics at nominal load impedances and at standard atmospheric conditions

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.2 with the terminating load impedance adjusted to the nominal values as given in the relevant article sheet.
- b) The filter shall then be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.3 with the terminating load impedances adjusted to the nominal values as given in the relevant article sheet.
- c) The attenuation and the phase characteristics shall be within the limits stated in the relevant article sheet.

### 4.2.2 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics at minimum and maximum load impedances and at standard atmospheric conditions

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.2 with the resistive and reactive components of the terminating impedances adjusted successively to its minimum and maximum impedance levels as given in the relevant article sheet.
- b) The filter shall then be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.3 with the resistive and reactive components of the terminating impedances adjusted successively to their minimum and maximum impedance levels as given in the relevant article sheet.
- c) The attenuation and the phase characteristics shall be within the limits stated in the relevant article sheet.

### 4.2.3 Measurement of transducer attenuation and phase characteristics as a function of temperature

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.2 and the attenuation measured over the specified temperature range, at the nominal level of drive and with nominal load impedance.

- b) Ensuite, le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.3 et la caractéristique de phase est mesurée dans la gamme de températures spécifiée, au niveau d'excitation nominal et avec l'impédance de charge nominale.
- c) L'affaiblissement et la caractéristique de phase doivent être dans les limites spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

4.2.4 *Mesure de l'affaiblissement d'adaptation aux impédances de charge nominales et dans des conditions atmosphériques normales*

- a) Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.4, l'impédance de charge étant ajustée à la valeur nominale prescrite dans la spécification particulière correspondante.
- b) L'affaiblissement d'adaptation doit être dans les limites prescrites dans la spécification particulière correspondante.

4.2.5 *Mesure de l'affaiblissement d'adaptation aux impédances de charge nominales en fonction de la température*

- a) Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.4 et l'affaiblissement d'adaptation est mesuré dans la gamme de températures spécifiée, l'impédance de charge étant ajustée à la valeur nominale prescrite dans la spécification particulière correspondante.
- b) L'affaiblissement d'adaptation doit être dans les limites prescrites dans la spécification particulière correspondante.

4.2.6 *Mesure de la distorsion d'intermodulation dans des conditions atmosphériques normales*

- a) Le filtre doit être inséré dans le circuit d'essai décrit au paragraphe 4.1.5, les impédances de charge étant ajustées aux valeurs nominales prescrites dans la spécification particulière correspondante.
- b) La distorsion d'intermodulation ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans la spécification particulière correspondante.

5. **Résistance d'isolement**

- 5.1 La résistance d'isolement doit être mesurée sous la tension continue spécifiée dans la spécification particulière. Cette tension doit être appliquée:
  - a) entre les broches;
  - b) entre les broches reliées entre elles et les parties métalliques du corps.
- 5.2 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans la spécification particulière correspondante.

6. **Essai de rigidité diélectrique**

- 6.1 Le filtre doit résister à l'essai suivant sans amorçage d'arc, contournement, claquage de l'isolement ou apparition d'autre dommage.

- b) The filter shall then be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.3 and the phase characteristic measured over the specified temperature range, at the nominal level of drive and with nominal load impedance.
- c) The attenuation and the phase characteristics shall be within the limits stated in the relevant article sheet.

#### 4.2.4 *Measurement of return attenuation at nominal load impedances and at standard atmospheric conditions*

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.4 with the terminating impedance adjusted to the nominal value as given in the relevant article sheet.
- b) The return attenuation shall be within the limits stated in the relevant article sheet.

#### 4.2.5 *Measurement of return attenuation at nominal load impedances as a function of temperature*

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.4 and the return attenuation measured over the specified temperature range, with the terminating impedance adjusted to the nominal value as given in the relevant article sheet.
- b) The return attenuation shall be within the limits stated in the relevant article sheet.

#### 4.2.6 *Measurement of intermodulation distortion at standard atmospheric conditions*

- a) The filter shall be inserted in the test circuit of Sub-clause 4.1.5 with the terminating impedances adjusted to the nominal values as given in the relevant article sheet.
- b) The intermodulation distortion shall not exceed the limits stated in the relevant article sheet.

### 5. **Insulation resistance**

- 5.1 The insulation resistance shall be measured with a direct voltage as specified in the article sheet, applied between:
  - a) the terminations;
  - b) the terminations connected together and the metal parts of the case.
- 5.2 The insulation resistance shall be not less than the value specified in the relevant article sheet.

### 6. **Voltage proof**

- 6.1 The filter shall withstand the following test without evidence of arcing, flashover, breakdown of insulation or damage.

- 6.2 Une tension alternative de valeur spécifiée doit être appliquée pendant une période de 5 s:
- a) entre les broches;
  - b) entre les broches reliées entre elles et les parties métalliques du corps.

## SECTION DEUX — ÉTANCHÉITÉ ET ESSAI DE STOCKAGE

### 7. Etanchéité

#### 7.1 Essai A

Les filtres doivent être soumis à la méthode d'essai 1 de l'essai Qc: Étanchéité des boîtiers, fuite de gaz, de la Publication 68-2-17 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Q: Étanchéité.

Les filtres doivent être immergés dans un liquide dégazé pendant une période spécifiée.

Il ne doit pas se produire de fuite se manifestant par un dégagement répétitif de bulles issues des filtres.

Après l'essai, les filtres ne doivent pas présenter de dommage visible.

Lorsque cet essai est prescrit par une spécification particulière, celle-ci doit spécifier les points suivants:

- liquide(s) dégazé(s);
- pression d'air;
- durée d'essai.

(Voir Publication 68-2-17 de la CEI, paragraphe 3.7.)

*Note.* — Cet essai a seulement un but qualitatif.

#### 7.2 Essai B

Les filtres doivent être soumis à la méthode d'essai 2 de l'essai Qk: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse), de la Publication 68-2-17 de la CEI.

Le taux de fuite ne doit pas être supérieur à la valeur prescrite par la spécification particulière.

Lorsque cet essai est prescrit par une spécification particulière, celle-ci doit spécifier les points suivants:

- type de gaz traceur ou mélange de gaz, avec les proportions;
- pression dans la bombe d'essai;
- durée de séjour sous pression;
- méthode de retrait du gaz traceur absorbé en surface;
- temps entre le retrait de la pression et la mesure;
- taux de fuite admissible.

(Voir Publication 68-2-17 de la CEI, paragraphe 6.6).

*Note.* — Pendant tout l'essai il est recommandé que la pression dans la bombe d'essai soit maintenue inférieure à 200 kPa pour éviter la déformation du boîtier d'un filtre.

6.2 An alternating voltage of a specified value shall be applied for a period of 5 s between:

- a) the terminations;
- b) the terminations connected together and the metal parts of the case.

## SECTION TWO — SEALING AND STORAGE TEST

### 7. Sealing

#### 7.1 Test A

The filters shall be subjected to Test method 1 of Test Qc: Container sealing, gas leakage, of IEC Publication 68-2-17: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test Q: Sealing.

The filters shall be immersed in degassed liquid for a specified period of time.

There shall be no leakage as determined by repetitive bubbles emerging from the filters.

After the test, there shall be no visible damage to the filters.

If this test is included in an article sheet, the following shall be specified:

- the test liquid(s);
- air pressure;
- the test duration.

(See IEC Publication 68-2-17, Sub-clause 3.7.)

*Note.* — This test is for qualitative purposes only.

#### 7.2 Test B

The filters shall be subjected to Test method 2 of Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer, of IEC Publication 68-2-17.

The leak rate shall not exceed the value specified in the article sheet.

If this test is included in an article sheet, the following shall be specified:

- type of tracer gas, or gas mixture, and its proportion;
- pressure in the pressure vessel;
- time of exposure;
- method of removal of surface-absorbed tracer gas;
- interval between exposure and measurement;
- limit of permissible leak rate.

(See IEC Publication 68-2-17, Sub-clause 6.6.)

*Note.* — Throughout the test, the pressure in the pressure vessel should be kept under 200 kPa, to avoid the deformation of the filter enclosure.

## 8. Essai de stockage

Sauf spécification contraire, le filtre doit être stocké pendant 2 000 h sans fonctionnement à la température minimale ou maximale spécifiée de la gamme de températures assignée  $\pm 3^\circ\text{C}$ . A la fin de la période de stockage, avant de faire les mesures finales, le filtre est maintenu aux conditions atmosphériques normales d'essai jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

## 9. Vieillessement à haute température

Le filtre est maintenu à la température de  $85 \pm 3^\circ\text{C}$  sans fonctionner pendant 30 jours ou pendant la période spécifiée dans la spécification particulière correspondante. A la fin de la période d'essai, le filtre est maintenu dans les conditions atmosphériques normales d'essai jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint, avant d'effectuer les mesures finales.

## SECTION TROIS — ESSAIS CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

### 10. Robustesse des sorties

#### 10.1 Essai de traction sur les sorties

Cet essai est effectué conformément aux essais  $Ua_1$ : Traction, et  $Ua_2$ : Poussée, de la Publication 68-2-21 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation.

#### 10.2 Essai de couple

Cet essai est effectué conformément à l'essai  $Ud$ : Couple, de la Publication 68-2-21 de la CEI.

### 11. Soudabilité des sorties

#### 11.1 Méthode du bain de soudure

Cet essai est effectué conformément à la méthode 1 de l'essai  $Ta$ : Soudabilité des sorties par fils ou par cosses, de la Publication 68-2-20 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai T: Soudure. Sauf spécification contraire, le bain d'alliage doit être chauffé à la température de  $235 \pm 5^\circ\text{C}$ .

#### 11.2 Essai au fer à souder

Cette méthode doit être utilisée lorsque la méthode précédente ne convient pas. Cet essai est effectué conformément à la méthode 2 de l'essai  $Ta$  de la Publication 68-2-20 de la CEI.

### 12. Variations rapides de température

Cet essai est effectué conformément à l'essai  $Na$ : Variations rapides de température, méthode à deux chambres, de la Publication 68-2-14 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai N: Variations de température.