

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60642**

Première édition
First edition
1979-01

**Résonateurs et dispositifs en céramique
piézoélectrique pour la commande et
le choix de la fréquence**

Chapitre I: Valeurs et conditions normalisées
Chapitre II: Conditions de mesure et d'essais

**Piezoelectric ceramic resonators and resonator
units for frequency control and selection**

Chapter I: Standard values and conditions
Chapter II: Measuring and test conditions



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60642: 1979

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60642

Première édition
First edition
1979-01

**Résonateurs et dispositifs en céramique
piézoélectrique pour la commande et
le choix de la fréquence**

Chapitre I: Valeurs et conditions normalisées

Chapitre II: Conditions de mesure et d'essais

**Piezoelectric ceramic resonators and resonator
units for frequency control and selection**

Chapter I: Standard values and conditions

Chapter II: Measuring and test conditions

© IEC 1979 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
CHAPITRE I: VALEURS ET CONDITIONS NORMALISÉES	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Termes et définitions	6
3.1 Termes généraux	6
3.2 Caractéristiques électriques	8
3.3 Caractéristiques de fonctionnement	12
4. Valeurs normalisées et tolérances	14
4.1 Niveaux d'excitation normalisés	14
4.2 Gammes normalisées de températures de fonctionnement	14
4.3 Ecartements normalisés des sorties des boîtiers	16
5. Marquage	16
CHAPITRE II: CONDITIONS DE MESURE ET D'ESSAIS	
6. Généralités	18
7. Conditions normales d'essai	18
8. Examen visuel	18
9. Mesures électriques	20
9.1 Mesure des constantes des résonateurs	20
9.2 Fréquence de résonance, écart relatif entre fréquences et résistance de résonance en fonction du niveau d'excitation	20
9.3 Constantes du résonateur en fonction de la température	20
9.4 Réponse indésirable	22
9.5 Résistance d'isolement	22
9.6 Tension admissible en courant continu	24
9.7 Tension admissible en courant alternatif	24
9.8 Niveau d'entrée admissible	24
10. Essais mécaniques et climatiques	24
10.1 Secousses	24
10.2 Chocs	26
10.3 Vibration	26
10.4 Accélération constante	26
10.5 Essai de traction sur les sorties	28
10.6 Souplesse des fils de sortie	28
10.7 Essai de pliage des broches (applicable pour les broches avec gorge seulement)	28
10.8 Étanchéité (types hermétiquement scellés)	28
10.9 Soudabilité	30
10.10 Adhérence du film d'électrode pour les électrodes épaisses	30
10.11 Adhérence des fils de sortie	34
10.12 Robustesse transversale du résonateur	34
10.13 Chocs thermiques	36
10.14 Chaleur sèche	36
10.15 Chaleur humide, premier cycle	36
10.16 Froid	38
10.17 Chaleur humide, cycles restants	38
10.18 Chaleur humide (essai de longue durée)	38
10.19 Vieillessement	40
ANNEXE A — Recommandations générales pour les essais de type	42
ANNEXE B — Méthodes normalisées de mesure des résonateurs en céramique piézoélectrique et dispositifs en céramique piézoélectrique (à l'étude)	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
CHAPTER I: STANDARD VALUES AND CONDITIONS	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Terms and definitions	7
3.1 General	7
3.2 Electrical properties	9
3.3 Operational properties	13
4. Standard values and tolerances	15
4.1 Standard levels of drive	15
4.2 Standard operating temperature ranges	15
4.3 Standard enclosure terminal spacing	17
5. Marking	17
CHAPTER II: MEASURING AND TEST CONDITIONS	
6. General	19
7. Standard conditions for testing	19
8. Visual examination	19
9. Electrical tests	21
9.1 Measurement of vibrator constants	21
9.2 Resonance frequency, relative frequency spacing and resonance resistance as a function of drive level	21
9.3 Vibrator constants as a function of temperature	21
9.4 Unwanted response	23
9.5 Insulation resistance	23
9.6 Permissible d.c. voltage	25
9.7 Permissible a.c. voltage	25
9.8 Permissible input level	25
10. Mechanical and climatic tests	25
10.1 Bumping	25
10.2 Shock	27
10.3 Vibration	27
10.4 Acceleration, steady state	27
10.5 Tensile strength of terminations	29
10.6 Flexibility of wire terminations	29
10.7 Bend test on pin terminations (applicable to undercut pins only)	29
10.8 Sealing (hermetically sealed type)	29
10.9 Solderability	31
10.10 Electrode film bond strength for thick electrode	31
10.11 Lead-wire adhesion strength	35
10.12 Resonator transverse strength	35
10.13 Thermal shock	37
10.14 Dry heat	37
10.15 Damp heat, first cycle	37
10.16 Cold	39
10.17 Damp heat, remaining cycles	39
10.18 Damp heat (long-term exposure)	39
10.19 Ageing	41
APPENDIX A — General recommendations for type tests	43
APPENDIX B — Standard methods of measurement for piezoelectric ceramic resonators and resonator units (<i>under consideration</i>)	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSONATEURS ET DISPOSITIFS EN CÉRAMIQUE PIÉZOÉLECTRIQUE
POUR LA COMMANDE ET LE CHOIX DE LA FRÉQUENCE**

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.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Ljubljana en octobre 1973. A la suite de cette réunion, un projet révisé, document 49(Bureau Central)93, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Turquie
Israël	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 302: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz.
- 444: Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance et de la résistance série équivalente des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π .

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PIEZOELECTRIC CERAMIC RESONATORS AND RESONATOR UNITS
FOR FREQUENCY CONTROL AND SELECTION**

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.

A draft was discussed at the meeting held in Ljubljana in October 1973. As a result of this meeting, a revised draft, document 49(Central Office)93, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Romania
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Netherlands	United States of America
Poland	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- 302: Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz.
- 444: Basic Method for the Measurement of Resonance Frequency and Equivalent Series Resistance of Quartz Crystal Units by Zero Phase Technique in a π -network.

RÉSONATEURS ET DISPOSITIFS EN CÉRAMIQUE PIÉZOÉLECTRIQUE POUR LA COMMANDE ET LE CHOIX DE LA FRÉQUENCE

CHAPITRE I : VALEURS ET CONDITIONS NORMALISÉES

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux résonateurs en céramique piézoélectrique utilisés dans les circuits de sélection de fréquence.

La Publication 68 de la CIE: 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 de mesure et d'essais communes à de nombreux modèles de résonateurs en céramique.

Les conditions d'application des essais à chaque modèle de résonateur en céramique et les conditions spécifiques associées à chaque essai figurent dans la feuille particulière relative à ce modèle.

En cas de désaccord entre les conditions de cette spécification et les feuilles particulières, ce sont ces dernières qui font foi.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des résonateurs en céramique piézoélectrique, donner des recommandations pour les valeurs normalisées, décrire les méthodes d'essais et donner les directives pour l'utilisation de ces résonateurs.

3. Termes et définitions

3.1 Termes généraux

3.1.1 *Élément en céramique piézoélectrique*

Matériau piézoélectrique taillé selon une forme géométrique, des dimensions et une orientation données par rapport à l'axe de polarisation.

3.1.2 *Résonateur en céramique piézoélectrique*

Élément en céramique comportant des électrodes et capable de vibrer dans un mode spécifique. Des fils de sortie peuvent être reliés aux électrodes.

3.1.3 *Dispositif en céramique piézoélectrique ou céramiques*

Un ou plusieurs résonateurs en céramique montés dans un boîtier.

PIEZOELECTRIC CERAMIC RESONATORS AND RESONATOR UNITS FOR FREQUENCY CONTROL AND SELECTION

CHAPTER I : STANDARD VALUES AND CONDITIONS

1. Scope

This standard relates to piezoelectric ceramic resonators for use in frequency selection circuits.

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

This standard gives general information and general methods of measurement and test common to many types of ceramic resonators.

The applicability of the tests to each type of ceramic resonator and the specific requirements for each test shall be given in the article sheet relating to that type.

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

2. Object

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

3. Terms and definitions

3.1 General

3.1.1 *Piezoelectric ceramic element*

Piezoelectric ceramic material cut to a given geometric shape, size and orientation with respect to the poling axis.

3.1.2 *Piezoelectric ceramic resonator*

A ceramic element with electrodes capable of vibrating in a specific mode. Leads may be attached to the electrodes.

3.1.3 *Piezoelectric ceramic resonator unit*

One or more ceramic resonators mounted in an enclosure.

3.1.4 *Electrode*

Film électriquement conducteur en contact avec l'élément en céramique, permettant d'appliquer à cet élément un champ de polarisation ou un champ électrique d'excitation.

Note. — Les types courants d'électrodes sont:

- a) frittées;
- b) déposées par électrolyse;
- c) déposées par évaporation sous vide;
- d) déposées par pulvérisation cathodique.

3.1.5 *Boîtier*

Enceinte protégeant le ou les résonateurs en céramique et fournissant les moyens de connexion électrique au circuit.

3.1.6 *Mode de vibration*

Configuration du mouvement dans un résonateur vibrant au voisinage d'une résonance donnée.

3.1.7 *Mode fondamental*

Mode le plus bas dans une famille donnée de vibration.

3.1.8 *Mode partiel*

Mode plus élevé qu'un mode fondamental dans une famille donnée de vibration.

3.1.9 *Ordre d'un partiel*

Nombre entier assigné aux partiels successifs donnés en ordre croissant, en commençant par un pour le mode fondamental.

3.1.10 *Mode de vibration piézoélectrique transversal*

Le champ électrique, en cas d'un mode idéal transversal, est perpendiculaire à la direction du mouvement de l'onde élastique et n'influence pas la configuration du mouvement.

3.1.11 *Mode de vibration piézoélectrique longitudinal*

Le champ électrique, en cas d'un mode idéal longitudinal, est parallèle à la direction du mouvement de l'onde élastique et influence la configuration du mouvement par les conditions électriques aux limites.

3.1.12 *Réponse indésirable*

Résonance à une fréquence autre que la fréquence associée au mode de vibration destiné à l'application concernée.

3.2 *Caractéristiques électriques*

3.2.1 *Circuit équivalent*

Circuit électrique ayant la même impédance que le résonateur en céramique dans la gamme de fréquences intéressée.

3.1.4 *Electrode*

An electrically conducting film in contact with a face of a ceramic element by means of which a poling or a driving field is applied to the element.

Note. — Common types of electrodes are:

- a) fired;
- b) plated;
- c) evaporated;
- d) sputtered.

3.1.5 *Enclosure*

An enclosure protecting ceramic resonator(s) and providing means of electrical connections to the circuit.

3.1.6 *Mode of vibration*

The pattern of motion in a resonator in the vicinity of a given resonance.

3.1.7 *Fundamental mode*

The lowest mode in a given family of vibration.

3.1.8 *Overtone mode*

A mode higher than the fundamental one in a given family of vibration.

3.1.9 *Overtone order*

Integers allotted to the successive overtones in ascending order commencing with the fundamental as unity.

3.1.10 *Piezoelectric unstiffened mode of vibration*

The electric field in an ideal unstiffened mode is transverse to the direction of elastic wave motion and has no effect on the pattern of motion.

3.1.11 *Piezoelectric stiffened mode of vibration*

The electric field in an ideal stiffened mode is parallel to the direction of elastic wave motion and affects the pattern of motion through electrical boundary conditions.

3.1.12 *Unwanted response*

A resonant state other than that associated with the mode of vibration intended for application.

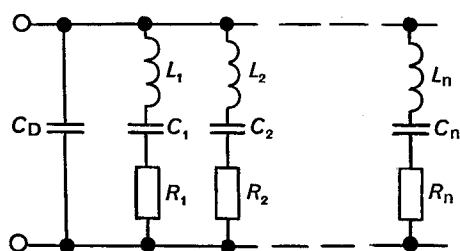
3.2 *Electrical properties*

3.2.1 *Equivalent circuit*

The electric circuit which has the same impedance as the ceramic resonator in a frequency range of interest.

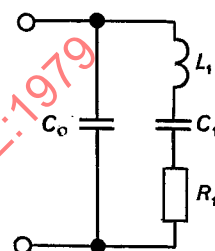
Il est habituellement représenté par une capacité sous contrainte partielle ou totale C_D , mise en parallèle avec des bras dynamiques. Chaque bras dynamique (voir figure 1) représente une résonance et se compose d'une inductance, d'une capacité et d'une résistance équivalentes montées en série. Au voisinage d'une résonance, on peut utiliser un circuit simplifié équivalent composé d'une capacité montée en parallèle C_o et d'un seul bras dynamique (voir figure 2). Cependant cette capacité dépend de la fréquence car il faut non seulement tenir compte de l'effet de la capacité fixe, mais aussi de l'influence des autres bras dynamiques.

Il en résulte que le circuit équivalent simplifié n'est généralement pas assez exact pour exprimer toutes les caractéristiques du résonateur en céramique comme, par exemple, l'antirésonance.



031/79

FIG. 1. — Circuit équivalent.



032/79

FIG. 2. — Circuit équivalent simplifié.

3.2.2 Fréquence de l'impédance minimale, f_m

Voir le tableau II, page 26, de la Publication 302 de la CEI: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz.

3.2.3 Fréquence de résonance, f_r

Voir le tableau II de la Publication 302 de la CEI.

3.2.4 Fréquence d'antirésonance, f_a

Voir le tableau II de la Publication 302 de la CEI.

3.2.5 Fréquence de l'impédance maximale, f_n

Voir le tableau II de la Publication 302 de la CEI.

3.2.6 Fréquence de résonance (série) dynamique, f_s

Voir le tableau II de la Publication 302 de la CEI.

3.2.7 Fréquence de résonance parallèle (sans pertes), f_p

Voir le tableau II de la Publication 302 de la CEI.

It is usually represented by a partially or completely clamped capacitance C_D shunted by a number of motional arms. Each motional arm (see Figure 1) represents a resonance and consists of equivalent inductance, capacitance and resistance in series. In the near vicinity of resonance, a simplified equivalent circuit consisting of parallel capacitance C_0 and only one motional arm may be used (see Figure 2). This parallel capacitance, however, is frequency-dependent, because not only the clamped capacitance, but also the effect of other motional arms are incorporated.

Hence the simplified equivalent circuit is in general not accurate enough to represent such characteristics of a ceramic resonator as antiresonance.

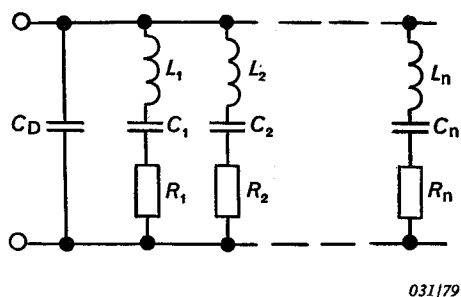


FIG. 1. — Equivalent circuit.

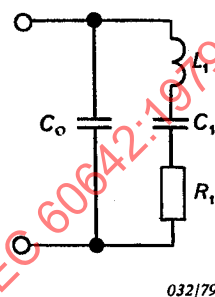


FIG. 2. — Approximate equivalent circuit.

3.2.2 Frequency at minimum impedance, f_m

See Table II, page 27, of IEC Publication 302, Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz.

3.2.3 Resonance frequency, f_r

See Table II of IEC Publication 302.

3.2.4 Antiresonance frequency, f_a

See Table II of IEC Publication 302.

3.2.5 Frequency at maximum impedance, f_n

See Table II of IEC Publication 302.

3.2.6 Motional (series) resonance frequency, f_s

See Table II of IEC Publication 302.

3.2.7 Parallel resonance frequency (without loss), f_p

See Table II of IEC Publication 302.

3.2.8 Constantes d'un résonateur

La détermination de tous les paramètres apparaissant dans le circuit équivalent représenté à la figure 1, page 10, exige beaucoup de temps.

Aussi, pour l'évaluation rapide d'un résonateur (dispositif) vibrant sur le mode donné, choisit-on les constantes suivantes: la fréquence de résonance (série) dynamique f_s , l'écart relatif entre fréquences B_s , la résistance R_1 ou le facteur de surtension (mécanique) Q et la capacité intrinsèque C_t .

3.2.9 Ecart relatif entre fréquences, B_s

Différence entre la fréquence de résonance parallèle et la fréquence de résonance série dans le mode de vibration spécifié, divisée par la fréquence de résonance série $\left(\frac{f_p - f_s}{f_s} \right)$

3.2.10 Facteur de surtension (mécanique), Q

Voir le tableau IA, page 20, de la Publication 302 de la C.E.I.

3.2.11 Capacité intrinsèque, C_t

Capacité d'un résonateur mesurée à une fréquence très inférieure à la plus basse résonance. La capacité parasite entre les sorties d'un résonateur est incluse dans la capacité intrinsèque.

3.2.12 Capacité effective sous contrainte

Capacité du résonateur mesurée à une fréquence très supérieure à chaque résonance importante. En pratique, la valeur de cette capacité est souvent déterminée indirectement, car une mesure directe est perturbée par la présence de facteurs tels que les inductances des fils.

3.2.13 Capacité effective sous contrainte partielle

Capacité du résonateur mesurée à une fréquence supérieure à la résonance principale de la famille concernée de vibration. Habituellement, cette valeur est déterminée indirectement.

3.2.14 Facteur de couplage électromécanique

Combinaison des constantes élastiques, diélectriques et piézoélectriques qui apparaît naturellement dans l'expression de l'impédance du résonateur. Un facteur différent est lié à chaque famille particulière de mode de vibration. Ce facteur est étroitement lié à l'écart relatif entre les fréquences d'un résonateur et permet une mesure pratique de la transduction piézoélectrique.

On peut aussi considérer le facteur de couplage comme la racine carrée du rapport entre le travail électrique ou mécanique qui peut être accompli et l'énergie totale qui peut être stockée à partir d'une source de puissance mécanique ou électrique, pour un ensemble particulier de conditions aux limites.

3.3 Caractéristiques de fonctionnement

3.3.1 Fréquence nominale

Fréquence prescrite par la spécification du résonateur en céramique piézoélectrique.

3.2.8 *Vibrator constants*

The determination of all the circuit parameters appearing in the equivalent circuit shown in Figure 1, page 11, is time consuming.

Hence, the following constants are chosen for quick evaluation of a resonator (unit) vibrating in a given mode. They are the motional (series) resonance frequency f_s , relative frequency spacing B_s , resistance R_1 or (mechanical) quality factor Q and free capacitance C_t .

3.2.9 *Relative frequency spacing, B_s*

The difference between the parallel resonance frequency and the series resonance frequency in a given mode of vibration divided by the series resonance frequency $\left(\frac{f_p - f_s}{f_s} \right)$.

3.2.10 *(Mechanical) quality factor, Q*

See Table IA, page 21, of IEC Publication 302.

3.2.11 *Free capacitance, C_t*

The capacitance of a resonator measured at a frequency well below the lowest resonance. Stray capacitance between resonator terminals is included in free capacitance.

3.2.12 *Clamped capacitance*

The capacitance of a resonator measured at a frequency well above any pronounced resonance. In practice, the value of the capacitance is often indirectly determined, because a direct measurement is troubled by the presence of factors such as lead inductances.

3.2.13 *Partially clamped capacitance*

The capacitance of a resonator measured at a frequency above the main resonance of the given family of vibration. The value of the capacitance is usually indirectly determined.

3.2.14 *Electromechanical coupling factor*

A certain combination of elastic, dielectric and piezoelectric constants which appears naturally in the expression of impedance of a vibrator. A different factor arises in each particular family of mode of vibration. The factor is closely related to the relative frequency spacing and is a convenient measure of piezoelectric transduction.

Alternatively the coupling factor may be interpreted as the square root of the ratio of the electrical or mechanical work which can be accomplished to the total energy stored from a mechanical or electrical power source for a particular set of boundary conditions.

3.3 *Operational properties*

3.3.1 *Nominal frequency*

The frequency assigned by the specification of the piezoelectric ceramic resonator.

3.3.2 Tolérance de fréquence

Ecart maximum admissible entre la fréquence caractéristique spécifique et sa valeur spécifiée produit par une cause déterminée ou par une combinaison de causes.

Notes 1. — Les tolérances normalement utilisées sont celles admises sur f_m et f_n .

2. — Les tolérances normalement utilisées sont:

- la précision de réglage (liée à la fabrication);
- le vieillissement;
- la tolérance dans la gamme de températures.

3.3.3 Gamme de fréquences

Gamme dans laquelle chaque fréquence peut être prescrite comme la fréquence nominale d'un résonateur (dispositif).

3.3.4 Gamme de températures de fonctionnement

Gamme de températures dans laquelle le résonateur en céramique doit fonctionner avec les tolérances spécifiées.

3.3.5 Gamme de températures de stockage

Gamme de températures dans laquelle le résonateur en céramique peut être stocké sans entraîner, dans le temps, des modifications permanentes des caractéristiques dépassant les tolérances spécifiées.

3.3.6 Niveau d'excitation

Mesure des conditions de fonctionnement s'exprimant par la tension, le courant ou par la puissance dissipée.

4. Valeurs normalisées et tolérances

4.1 Niveaux d'excitation normalisés

Les valeurs de niveau d'excitation normalisées au voisinage d'une résonance sont:

0,01 mW; 0,02 mW; 0,05 mW; 0,1 mW; 0,2 mW;
0,5 mW; 1,0 mW; 2,0 mW; 5,0 mW; 10,0 mW.

Une tolérance de $\pm 10\%$ est applicable à toutes les valeurs, sauf spécification contraire dans les feuilles particulières.

4.2 Gammes normalisées de températures de fonctionnement

Les gammes normalisées de températures de fonctionnement sont:

—55 à +105 °C
—40 à +85 °C
—20 à +70 °C
—10 à +60 °C
0 à +60 °C
+10 à +40 °C

3.3.2 Frequency tolerance

The maximum permissible deviation of a specified characteristic frequency from the specified value due to a specific cause, or a combination of causes.

Notes 1. — The tolerances normally used are those on f_m and f_n .

2. — The normally used tolerances are:

- accuracy of adjustment (related to manufacture);
- ageing;
- tolerances over the temperature range.

3.3.3 Frequency range

Range where any frequency can be assigned as nominal frequency of a resonator (unit).

3.3.4 Operating temperature range

The range of temperatures over which the ceramic resonator unit shall function within the specified tolerances.

3.3.5 Storage temperature range

The range of temperatures over which the ceramic resonator unit can be stored without causing permanent change in the performance beyond the specified tolerances.

3.3.6 Level of drive

A measure of operating conditions in terms of voltage, current or power dissipated.

4. Standard values and tolerances

4.1 Standard levels of drive

The standard levels of drive in the neighbourhood of resonance are:

0.01 mW; 0.02 mW; 0.05 mW; 0.1 mW; 0.2 mW;
0.5 mW; 1.0 mW; 2.0 mW; 5.0 mW; 10.0 mW.

All $\pm 10\%$ unless otherwise specified in an article sheet.

4.2 Standard operating temperature ranges

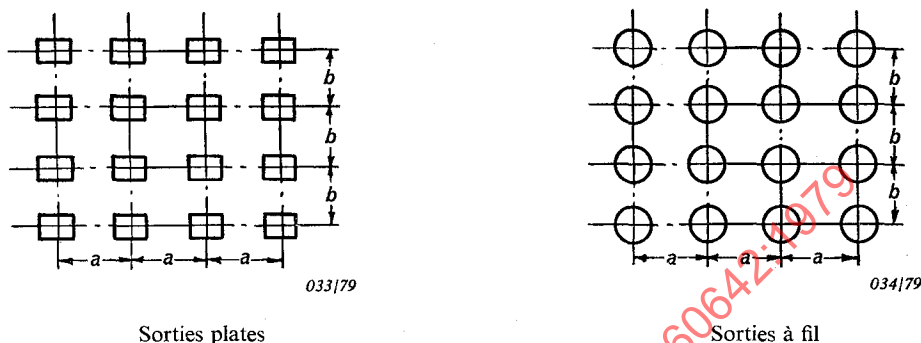
The standard operating temperature ranges are:

—55 to +105 °C
—40 to +85 °C
—20 to +70 °C
—10 to +60 °C
0 to +60 °C
+10 to +40 °C

D'autres gammes de températures peuvent être utilisées, mais la plus basse température ne doit pas être inférieure à -60°C et la température la plus élevée ne doit pas être supérieure à 105°C .

4.3 Ecartements normalisés des sorties des boîtiers

Les écartements normalisés des sorties d'un résonateur en céramique piézoélectrique (dispositif) sont:



Dimensions:

$a = (1/4), 1/2, (3/4), 1/1$ de 2,54 mm

$b = (1/4), 1/2, (3/4), 1/1$ de 2,54 mm

FIG. 3. — Ecartements normalisés des sorties des boîtiers.

5. Marquage

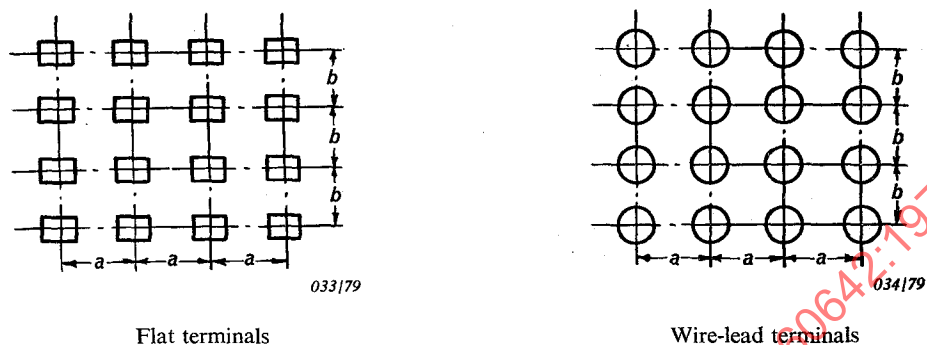
Chaque dispositif à céramique piézoélectrique doit porter de façon lisible et indélébile les indications suivantes:

- Fréquence normale exprimée en kilohertz ou mégahertz.
- Marque d'origine (nom du constructeur, qui peut être indiqué sous forme codifiée, ou marque de fabrique).
- Toute autre information nécessaire pour définir complètement les caractéristiques d'un résonateur en céramique.

Other temperature ranges may be used, but the lowest temperature shall not be less than -60°C and the highest temperature shall not exceed 105°C .

4.3 Standard enclosure terminal spacing

Standard enclosure terminal spacings of a piezoelectric ceramic resonator unit are as follows:



Dimensions:

$$a = (1/4), 1/2, (3/4), 1/1 \text{ of } 2.54 \text{ mm}$$

$$b = (1/4), 1/2, (3/4), 1/1 \text{ of } 2.54 \text{ mm}$$

FIG. 3. — Standard enclosure terminal spacing.

5. Marking

Each piezoelectric ceramic resonator unit shall have the following information indelibly and legibly marked upon it:

- a) Nominal frequency expressed in kilohertz or in megahertz.
- b) Mark of origin (manufacturer's name, which may be in code form, or trade mark).
- c) Any other information necessary to obtain a complete definition of the unit.

CHAPITRE II : CONDITIONS DE MESURE ET D'ESSAIS

6. Généralités

Les méthodes de mesures électriques permettent de juger les caractéristiques électriques d'un résonateur en céramique piézoélectrique (dispositif) dans les conditions « de réception ». La possibilité d'un résonateur en céramique (dispositif) de conserver ces caractéristiques pendant et après une certaine période d'utilisation peut être déterminée en faisant subir à un certain nombre de spécimens les essais mécaniques et climatiques fixés par la Publication 68 de la CEI, et les essais d'étanchéité et de stockage donnés ci-après.

Après ces essais, les spécimens doivent être capables de répondre aux spécifications donnant les caractéristiques électriques, et, si cela est spécifié, également pendant un ou plusieurs de ces essais. La liste des essais de type donnant tous les essais possibles et l'ordre dans lequel ils doivent être exécutés est donnée dans l'annexe A. Elle peut être utilisée comme une liste de mesures permettant de définir des essais de type pour un cas particulier. En agissant de cette façon, il faut tenir compte des points suivants:

- conditions électriques;
- essais qui doivent être faits et ordre de leur application (liste des essais de type);
- degrés de sévérité de ces essais;
- mesures à faire après les essais pour vérifier si tous les spécimens ont passé les essais avec succès;
- nombre de spécimens à essayer, leur division en lots séparés et le nombre de défauts admis.

Les résonateurs en céramique (dispositifs) qui ont subi ces essais de type ne doivent être ni utilisés sur un équipement ni reversés aux stocks.

7. Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées par la Publication 68 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 résonateurs en céramique (dispositifs) doivent être stockés à la température d'essai pendant un temps suffisant pour permettre au résonateur en céramique 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, les résonateurs en céramique (dispositifs) ne doivent pas être soumis à des conditions susceptibles de fausser les résultats de mesures.

8. Examen visuel

8.1 Examen visuel externe

8.1.1 Les dimensions doivent être vérifiées et satisfaire aux valeurs spécifiées.

8.1.2 Le marquage doit être lisible et durable.

CHAPTER II : MEASURING AND TEST CONDITIONS

6. General

The electrical measuring methods allow the electrical characteristics of the piezoelectric ceramic resonator and resonator unit to be judged in the “as received” condition. The ability of the resonator (unit) to maintain these characteristics during and after a certain period of use can be assessed by subjecting a number of samples to the mechanical and climatic tests of IEC Publication 68, and sealing and storage tests given hereafter.

After these tests, the specimens shall be able to meet the requirements for electrical characteristics and, if specified, also during one or more of these tests. The schedule for type tests showing all possible tests and the order of their application is given in Appendix A. 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 have to be considered:

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

Resonators (units) which have been subjected to these type tests should not be used in equipment or returned to bulk supply.

7. 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 (temperature: 15 °C to 35 °C; 45% to 75% r.h.; 860 mbar to 1 060 mbar air pressure).

Before the measurements are made, the resonators (units) shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the resonators (units) 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 resonators (units) shall not be exposed to conditions likely to invalidate the results of the measurements.

8. Visual examination

8.1 *External visual examination*

8.1.1 The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.

8.1.2 The marking shall be legible and durable.

9. Mesures électriques

9.1 *Mesure des constantes des résonateurs*

- 9.1.1 Les constantes du résonateur, c'est-à-dire la fréquence de résonance, l'écart relatif entre fréquences, la résistance de résonance ou le facteur de surtension mécanique et la capacité intrinsèque mesurées, comme indiqué au paragraphe 9.1.2, ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.
- 9.1.2 Les constantes du résonateur sont mesurées à l'aide de la méthode normalisée décrite au paragraphe 9.1.3 aux conditions spécifiées, la forme d'onde étant pratiquement sinusoïdale.
- Toutefois, la fréquence de résonance et la résistance de résonance peuvent aussi être mesurées par d'autres méthodes convenables à condition que les résultats correspondent à ceux obtenus en utilisant la méthode normale dans une mesure compatible avec la précision demandée.
- 9.1.3 Les méthodes de mesures normalisées sont données dans l'Annexe B et la Publication 302 de la CEI et dans la Publication 444: Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance et de la résistance série équivalente des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π .

9.2 *Fréquence de résonance, écart relatif entre fréquences et résistance de résonance en fonction du niveau d'excitation*

Les mesures du paragraphe 9.1 sont répétées aux niveaux d'excitation spécifiés. Les variations de la fréquence de résonance, de l'écart relatif entre fréquences et de la résistance de résonance doivent être dans les limites spécifiées.

Notes 1. — Les niveaux à mesurer peuvent être représentés par les valeurs relatives (en décibels) par rapport au niveau d'excitation normalisé. Les valeurs successives et la tolérance sont les suivantes: 20, 10, 6, 3, 0, -3, -6, -10, -20, -30, -40, -60 et -80; la tolérance étant de ± 1 dB.

2. — Avant de mesurer l'excitation à haut niveau, les conditions suivantes doivent être spécifiées et enregistrées:

- 1) durée;
- 2) conditions d'environnement;
- 3) autres paramètres nécessaires.

9.3 *Constantes du résonateur en fonction de la température*

- 9.3.1 Les constantes du résonateur sont mesurées dans la gamme de températures et les durées spécifiées dans les conditions spécifiées d'équilibre thermique et conformément au paragraphe 9.1. Dans toute la gamme de températures spécifiée, les constantes du résonateur ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

9.3.2 L'ordre de ces essais de température doit être le suivant:

- (A) température normalisée;
- (B) la plus basse température de fonctionnement;
- (C) température normalisée;
- (D) la plus haute température de fonctionnement;
- (E) température normalisée.

9. Electrical tests

9.1 *Measurement of vibrator constants*

9.1.1 The vibrator constants, i.e. resonance frequency, relative frequency spacing, resonance resistance or mechanical quality factor and free capacitance measured in accordance with Sub-clause 9.1.2 shall be within the specified limits.

9.1.2 The vibrator constants shall be determined under specified conditions, the waveform being substantially sinusoidal, using the standard method described in Sub-clause 9.1.3.

Alternatively, the resonance frequency and resonance resistance may be measured with any suitable method provided the results correlate with the results obtained using the standard method to a degree consistent with the accuracy required.

9.1.3 Standard methods of measurement are given in Appendix B and IEC Publication 302 and IEC Publication 444, Basic Method for the Measurement of Resonance Frequency and Equivalent Series Resistance of Quartz Crystal Units by Zero Phase Technique in a π -network.

9.2 *Resonance frequency, relative frequency spacing and resonance resistance as a function of drive level*

The measurements of Sub-clause 9.1 shall be repeated at the specified drive levels. The change of resonance frequency, relative frequency spacing and resonance resistance shall be within the specified limits.

Notes 1. — Measurement levels may be represented by relative values (in decibels) to a standard level of drive. Step values and tolerance will be as follows: 20, 10, 6, 3, 0, -3, -6, -10, -20, -30, -40, -60 and -80; tolerance ± 1 dB.

2. — Before measuring drive at high level, the following conditions shall be specified and recorded:

- 1) duration;
- 2) ambient conditions;
- 3) other necessary items.

9.3 *Vibrator constants as a function of temperature*

9.3.1 The vibrator constants shall be measured over the specified temperature range and times under specified conditions of thermal equilibrium and in accordance with Sub-clause 9.1. Throughout the specified temperature range, the vibrator constants shall not exceed the specified requirements.

9.3.2 Sequence for these test temperatures shall be as follows:

- (A) standard temperature;
- (B) lowest operating temperature;
- (C) standard temperature;
- (D) highest operating temperature;
- (E) standard temperature.

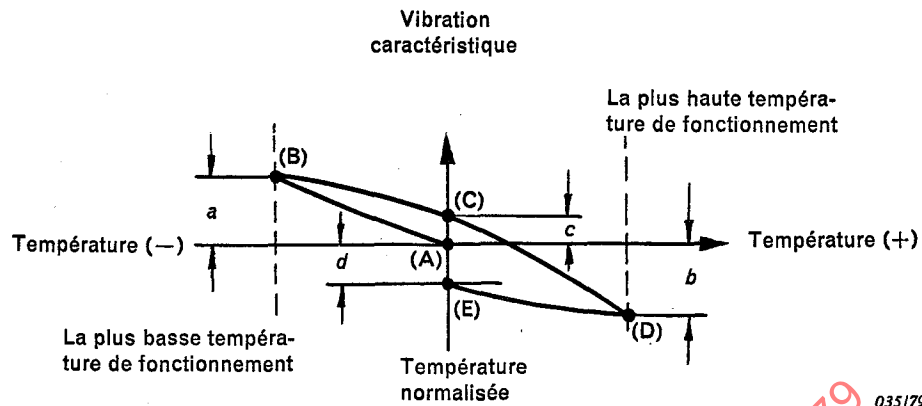


FIGURE 4

Avant l'essai, le résonateur (dispositif) destiné à subir cet essai, doit être laissé à la température d'essai pendant l'un des intervalles de temps spécifiés ci-après: au moins pendant 0,5 h, 1 h, 2 h.

9.4 Réponse indésirable

9.4.1 En utilisant la méthode de mesure spécifiée au paragraphe 9.1, on fait varier la fréquence dans la gamme spécifiée; la fréquence et la résistance de résonance doivent être mesurées pour toutes les réponses dans cette gamme.

9.4.2 La résistance de résonance de toutes les réponses indésirables doit être supérieure à la limite spécifiée.

9.5 Résistance d'isolement

9.5.1 La résistance d'isolement est mesurée de la manière suivante:

Choisir une des valeurs du courant continu parmi les suivantes (selon l'épaisseur et les caractéristiques de polarisation d'un résonateur): 10 V, 25 V, 50 V, 100 V, 250 V et 1 000 V.

Tolérance de tension: $\pm 10\%$.

9.5.2 Appliquer la tension d'essai spécifiée au paragraphe 9.5.1 entre les deux points suivants pendant au moins 20 s et pas plus de 2 min:

- 1) entre les sorties;
- 2) entre le boîtier et les sorties (lorsque l'enveloppe est métallique);
- 3) entre les électrodes du résonateur ou les fils de connexion.

Note. — Les valeurs spécifiées pour la résistance d'isolement peuvent être l'une des suivantes: 1 M Ω , 10 M Ω , 100 M Ω ou 1 000 M Ω .

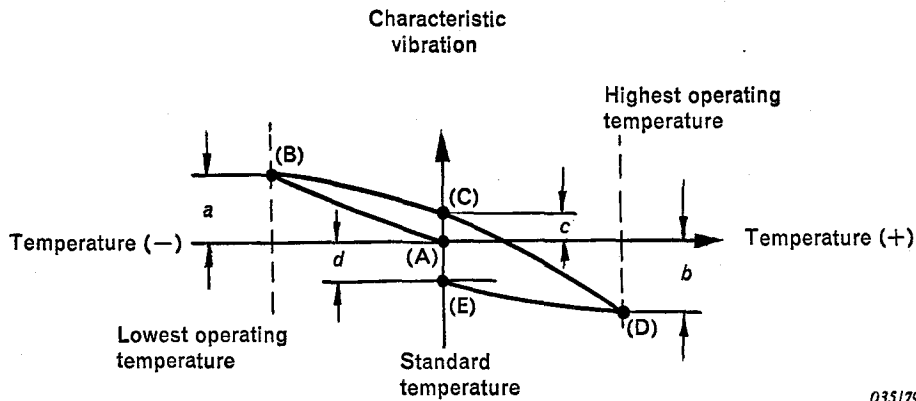


FIGURE 4

Before the test, the resonator (unit) under test shall be left at the test temperature for any of the durations specified below for at least: 0.5 h, 1 h, 2 h.

9.4 Unwanted response

9.4.1 Using the method of measurement of Sub-clause 9.1 the frequency is scanned over the specified range and the frequency and resonance resistance of all the responses within this range shall be measured.

9.4.2 The resonance resistance of all the unwanted responses shall be greater than the specified limit.

9.5 Insulation resistance

9.5.1 The insulation resistance shall be measured as follows:

Select d.c. test voltage from the following (dependent upon the thickness and the polarization characteristics of the resonator): 10 V, 25 V, 50 V, 100 V, 250 V and 1 000 V.

Voltage tolerance: $\pm 10\%$.

9.5.2 Apply a test voltage from Sub-clause 9.5.1 between the following two points, for at least 20 s and not more than 2 min:

- 1) enclosure terminals;
- 2) enclosure and terminal (when enclosure is metal);
- 3) resonator electrodes, or lead-wires.

Note. — The specified insulation resistance may be one of the following: 1 M Ω , 10 M Ω , 100 M Ω or 1 000 M Ω .

9.6 Tension admissible en courant continu

Mesurer les constantes du résonateur avant et après l'application des tensions suivantes sur les sorties. Obtenir la déviation des constantes.

Appliquer une tension positive pendant 30 ± 5 s. Ensuite appliquer une tension négative pendant la même période de temps. Laisser le résonateur à tension nulle pendant au moins 30 min. Mesurer les constantes du résonateur comme prescrit au paragraphe 9.1.

La tension continue admissible doit être l'une des suivantes (selon l'épaisseur et les caractéristiques de polarisation d'un résonateur): ± 10 V, ± 20 V, ± 50 V, ± 100 V, ± 200 V, ± 500 V, $\pm 1\,000$ V, $\pm 2\,000$ V.

Tolérance: $\pm 10\%$.

9.7 Tension admissible en courant alternatif

Mesurer les constantes du résonateur avant et après l'application des tensions suivantes sur les sorties. Obtenir la déviation des constantes.

Appliquer la tension alternative admissible (50 Hz ou 60 Hz) sur les sorties du résonateur pendant $1 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. Ensuite laisser le résonateur à tension nulle pendant au moins 30 min.

La tension alternative admissible doit être l'une des suivantes (selon l'épaisseur et les caractéristiques de polarisation d'un résonateur): 5 V, 10 V, 20 V, 50 V, 100 V, 200 V, 500 V ou 1 000 V, valeur efficace.

Tolérance $\pm 10\%$.

9.8 Niveau d'entrée admissible

Mesurer les constantes du résonateur avant et après l'application des tensions suivantes sur les sorties. Obtenir la déviation des constantes.

Appliquer au résonateur le niveau d'entrée admissible à la fréquence nominale pendant au moins 10 min et pas plus de 1 h. Ensuite laisser le résonateur à tension nulle pendant au moins 1 h.

Les niveaux d'entrée admissibles doivent être représentés en volts, ampères (milliampères) ou watts (milliwatts).

10. Essais mécaniques et climatiques

10.1 Secousses

10.1.1 Les résonateurs en céramique (dispositifs) sont soumis à l'essai Eb de la Publication 68 de la CEI, conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, avec le degré de sévérité spécifié. L'enveloppe doit être fixée pendant cet essai.

10.1.2 Les résonateurs sont alors examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.1.3 La fréquence de résonance et la résistance de résonance sont alors mesurées. Les variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance par rapport aux valeurs mesurées au paragraphe 9.1.2 ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

9.6 *Permissible d.c. voltage*

Measure the vibrator constants before and after applying the following voltage across terminals. Obtain deviation in constants.

Apply a positive voltage for 30 ± 5 s. Then apply a negative voltage for the same duration. Leave the resonator at zero voltage for at least 30 min. Measure the resonator constants as in Sub-clause 9.1.

The permissible d.c. voltage shall be one of the following (dependent upon the thickness and the polarization characteristics of the resonator): ± 10 V, ± 20 V, ± 50 V, ± 100 V, ± 200 V, ± 500 V, $\pm 1\,000$ V, $\pm 2\,000$ V.

Tolerance: $\pm 10\%$

9.7 *Permissible a.c. voltage*

Measure the vibrator constants before and after applying the following voltages across terminals. Obtain deviation in constants.

Apply permissible a.c. voltage (50 Hz or 60 Hz) across terminals for $1 \text{ min} \pm 10$ s. Then leave the resonator at zero voltage for at least 30 min.

The permissible a.c. voltage shall be one of the following (dependent upon the thickness and the polarization characteristics of the resonator): 5 V, 10 V, 20 V, 50 V, 100 V, 200 V, 500 V or 1 000 V in r.m.s. value.

Tolerance: $\pm 10\%$.

9.8 *Permissible input level*

Measure the vibrator constants before and after applying the following voltages across terminals. Obtain deviation in constants.

Apply permissible input level at nominal frequency across a resonator for at least 10 min and not more than 1 h. Then leave the resonator at zero voltage for at least 1 h.

The permissible input levels shall be represented in volts, amperes (milliamperes) or watts (milliwatts).

10. **Mechanical and climatic tests**

10.1 *Bumping*

10.1.1 The resonator units shall be subjected to the procedure of test Eb of IEC Publication 68 using the specified degree of severity, the enclosure of the resonator unit being clamped.

10.1.2 The resonator units shall then be visually examined. There shall be no visible damage.

10.1.3 The resonance frequency and resonance resistance shall then be measured. The change of resonance frequency and resonance resistance compared with the values measured in Sub-clause 9.1.2 shall not exceed the specified limits.

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

- le degré de sévérité;
- les axes le long desquels la force doit être appliquée;
- les limites des variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance.

10.2 Chocs

10.2.1 Les résonateurs en céramique (dispositifs) sont soumis à l'essai Ea de la Publication 68 de la CEI conformément à la procédure spécifiée pour cet essai avec le degré de sévérité spécifié. L'enveloppe doit être fixée pendant cet essai.

10.2.2 Les résonateurs en céramique sont alors examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.2.3 La fréquence de résonance et la résistance de résonance sont alors mesurées. Les variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance par rapport aux valeurs mesurées au paragraphe 9.1.2 ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

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

- le degré de sévérité;
- les axes le long desquels la force doit être appliquée;
- les limites des variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance.

10.3 Vibration

10.3.1 Les résonateurs en céramique (dispositifs) sont soumis à l'essai Fc de la Publication 68 de la CEI avec le degré de sévérité spécifié.

10.3.2 Sauf spécification contraire, les résonateurs en céramique (dispositifs) sont fixés rigidement à la table de vibration. Les fils de connexion éventuels doivent être fixés à une distance d'environ 10 mm (0,4 in) de la base du boîtier de façon à les maintenir dans leur position originale.

10.3.3 Après les essais de vibration, les résonateurs en céramique (dispositifs) sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.3.4 La fréquence de résonance et la résistance de résonance sont alors mesurées. Les variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance par rapport aux valeurs mesurées au paragraphe 9.1.2 ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

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

- la séquence détaillée de la procédure d'essai;
- le degré de sévérité;
- les axes de vibration;
- les limites des variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance.

10.4 Accélération constante

10.4.1 Les résonateurs en céramique sont soumis à l'essai Ga de la Publication 68 de la CEI, l'enveloppe étant fixée.

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

- the degree of severity of the test;
- the axes along which the force shall be applied;
- the limits of change of resonance frequency and resonance resistance.

10.2 *Shock*

10.2.1 The resonator units shall be subjected to the procedure of Test Ea of IEC Publication 68 using the specified degree of severity, the enclosure of the resonator unit being clamped.

10.2.2 The resonator unit shall then be visually examined. There shall be no visible damage.

10.2.3 The resonance frequency and resonance resistance shall then be measured. The change of resonance frequency and resonance resistance compared with the values measured in Sub-clause 9.1.2 shall not exceed the specified limits.

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

- the degree of severity of the test;
- the axes along which the force shall be applied;
- the limits of change of resonance frequency and resonance resistance.

10.3 *Vibration*

10.3.1 The resonator units shall be subjected to the procedure of Test Fc of IEC Publication 68, using the specified degree of severity.

10.3.2 Unless otherwise specified, the resonator units are rigidly clamped to the vibration table. Wire terminals, if any, shall be clamped at approximately 10 mm (0.4 in) from the enclosure so that they are maintained in their original position.

10.3.3 After the vibration conditioning, the resonator units shall be visually examined. There shall be no visible damage.

10.3.4 The resonance frequency and resonance resistance shall then be measured. The change of resonance frequency and resonance resistance compared with the values measured in Sub-clause 9.1.2 shall not exceed the specified limits.

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

- the detailed sequence of the test procedure;
- the degree of severity of the test;
- the axes of vibration;
- the limits of change of resonance frequency and resonance resistance.

10.4 *Acceleration, steady state*

10.4.1 The resonator units shall be subjected to the procedure of Test Ga of IEC Publication 68, the body of the enclosure being clamped.

10.4.2 La fréquence de résonance et la résistance de résonance sont alors mesurées.

Les variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

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

- le degré de sévérité;
- les axes et la direction d'accélération;
- les limites des variations de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance.

10.5 *Essai de traction sur les sorties*

10.5.1 Les résonateurs (dispositifs) sont soumis à l'essai Ua de la Publication 68 de la CEI en tenant compte du degré de sévérité spécifié.

10.5.2 Après l'essai, les résonateurs en céramique ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.5.3 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière, celle-ci doit spécifier le point suivant:

- la force.

10.6 *Souplesse des fils de sortie*

10.6.1 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à l'essai Ub de la Publication 68 de la CEI en tenant compte du degré de sévérité spécifié.

10.6.2 Après cet essai les résonateurs en céramique ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.6.3 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière; celle-ci doit spécifier les points suivants:

- la force;
- le nombre de pliages;
- la position de pliage par rapport à la base du boîtier.

10.7 *Essai de pliage des broches (applicable pour les broches avec gorge seulement)*

10.7.1 L'enveloppe ou l'embase du résonateur en céramique (dispositif) est immobilisée par un moyen adéquat quelconque. Un outil de pliage adapté à l'enveloppe est utilisé de façon à serrer la partie des broches située au-delà de la gorge.

Pour s'assurer que le pliage se produira principalement sur la gorge, une plaque percée de deux trous pour le passage des broches peut être placée sur les broches. Cette plaque peut être d'une épaisseur telle qu'elle englobe une partie de la gorge des broches.

Les broches sont pliées avec l'outil à $15 \pm 2^\circ$ par rapport à la position normale, puis à $30 \pm 2^\circ$ dans la direction opposée et pliées de nouveau dans la première position à $15 \pm 2^\circ$.

La vitesse de pliage est d'environ 3 s par pliage dans chaque sens.

10.7.2 Après l'essai les résonateurs ne doivent pas présenter de dommage visible.

10.8 *Étanchéité (types hermétiquement scellés)*

10.8.1 Les résonateurs en céramique (dispositifs) sont soumis à l'essai Qc, Méthode 1 (Étanchéité des boîtiers, fuite de gaz) de la Publication 68 de la CEI.

10.4.2 The resonance frequency and resonance resistance shall then be measured.

The change of resonance frequency and resonance resistance compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits.

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

- the degree of severity of the test;
- axes and direction of acceleration;
- the limits of change of resonance frequency and resonance resistance.

10.5 *Tensile strength of terminations*

10.5.1 The resonator unit shall be subjected to the procedure of Test Ua of IEC Publication 68 using the specified severity.

10.5.2 After the test there shall be no visible damage to the resonator unit.

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

- the force.

10.6 *Flexibility of wire terminations*

10.6.1 The resonator unit shall be subjected to the procedure of Test Ub of IEC Publication 68 using the specified severity.

10.6.2 After the test there shall be no visible damage to the resonator unit.

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

- the force;
- the number of bends;
- the location of the bend relative to the enclosure base.

10.7 *Bend test on pin terminations (applicable to undercut pins only)*

10.7.1 The enclosure or base of the resonator unit shall be held or clamped by any convenient means. A bending tool suitable for the specific enclosure shall be used to engage that segment of the pin terminals beyond the undercut portion.

To ensure that the bending will occur primarily at the undercut portion, a plate with two clearance holes for the pins may be placed over the pins. This plate may be of such thickness as to include a portion of the undercut section of the pins.

The pins shall be bent by means of the tool through $15 \pm 2^\circ$ in one direction followed by a bend of $30 \pm 2^\circ$ in the opposite direction and completed by a bend of $15 \pm 2^\circ$ back to its starting position.

The rate of bending shall be approximately 3 s per bend in each direction.

10.7.2 After the test there shall be no visible damage to the resonator unit.

10.8 *Sealing (hermetically sealed type)*

10.8.1 The resonator unit shall be subjected to the procedure of Test Qc, Method 1 (Container sealing, gas leakage) of IEC Publication 68.

10.8.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est immergé dans un liquide dégazé pendant une durée spécifiée.

10.8.3 Il ne doit pas se produire de fuite se manifestant par un dégagement répétitif de bulles issues du résonateur (dispositif).

10.8.4 Après l'essai, les résonateurs (dispositifs) ne doivent pas présenter de dommage visible.

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

- température du liquide dégazé;
- la durée de l'essai.

Note. — Cet essai a seulement un but qualitatif.

10.9 Soudabilité

10.9.1 Le résonateur est soumis à l'essai T de la Publication 68 de la C E I (Méthode du bain de sou-
dure à la température de $230\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

10.10 Adhérence du film d'électrode pour les électrodes épaisses

Essayer l'adhérence du film d'électrode de la manière suivante:

10.10.1 La force de traction doit être représentée en pascals = N/m^2 et choisie parmi les valeurs sui-
vantes:

1 MPa, 2 MPa, 5 MPa, 7 MPa ou 10 MPa.

10.10.2 Préparer une série de spécimens normalisés dans les conditions d'essais normales. Appliquer
la force de traction (l'une des valeurs données ci-dessus) au film d'électrode.

Augmenter continuellement la force à une vitesse inférieure ou égale à 50 mm par min pour
éliminer les effets d'inertie.

10.10.3 Préparer le spécimen normal de la manière suivante:

- i) Couper une plaque carrée de $5\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ ou un disque ayant une superficie équivalente,
d'un résonateur en céramique (dispositif). Souder une pièce métallique de fixation pour l'essai
de traction normal comme indiqué à la figure 5, page 32.
- ii) Avant d'essayer le spécimen comme indiqué à l'alinéa i) ci-dessus, spécifier la soudure utilisée
et les conditions de soudure.
- iii) La force de traction doit être spécifiée.

10.8.2 The resonator unit is immersed in degassed liquid for a specified period of time.

10.8.3 There shall be no leakage, as determined by repetitive bubbles emerging from the resonator unit.

10.8.4 After the test there shall be no visible damage to the resonator unit.

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

- the degassed liquid temperature;
- the test duration.

Note. — This test is for qualitative purposes only.

10.9 Solderability

10.9.1 The resonator unit shall be subjected to the procedure of Test T of IEC Publication 68 (Solder bath method, $230\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

10.10 Electrode film bond strength for thick electrode

Test the bond strength of electrode film as follows:

10.10.1 The bonding strength shall be represented in pascals = N/m^2 from the following:

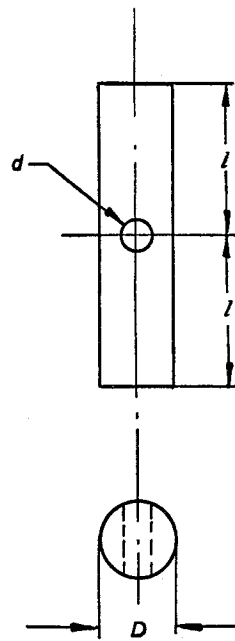
1 MPa, 2 MPa, 5 MPa, 7 MPa or 10 MPa.

10.10.2 Prepare a standard specimen set in the standard test conditions. Apply a tensile load (any of the values given above) to the electrode film.

Increase the load continuously at a speed of not more than 50 mm/min to eliminate inertia effects.

10.10.3 Prepare the standard sample as follows:

- i) Cut a square plate measuring 5 mm $\times$ 5 mm, or a disc with an equivalent area, from a resonator (unit). Solder a metal fitting and attachment for a standard tensile test as shown in Figure 5 page 32.
- ii) Specify solder to be used and soldering conditions before test sampling as in i) above.
- iii) The tensile load shall be specified.



Symbole Symbol	Dimensions
l	5,0 mm
D	2,5 mm
d	1,0 mm

FIG. 5.1. — Pièce de fixation.
Attachment.

036/79

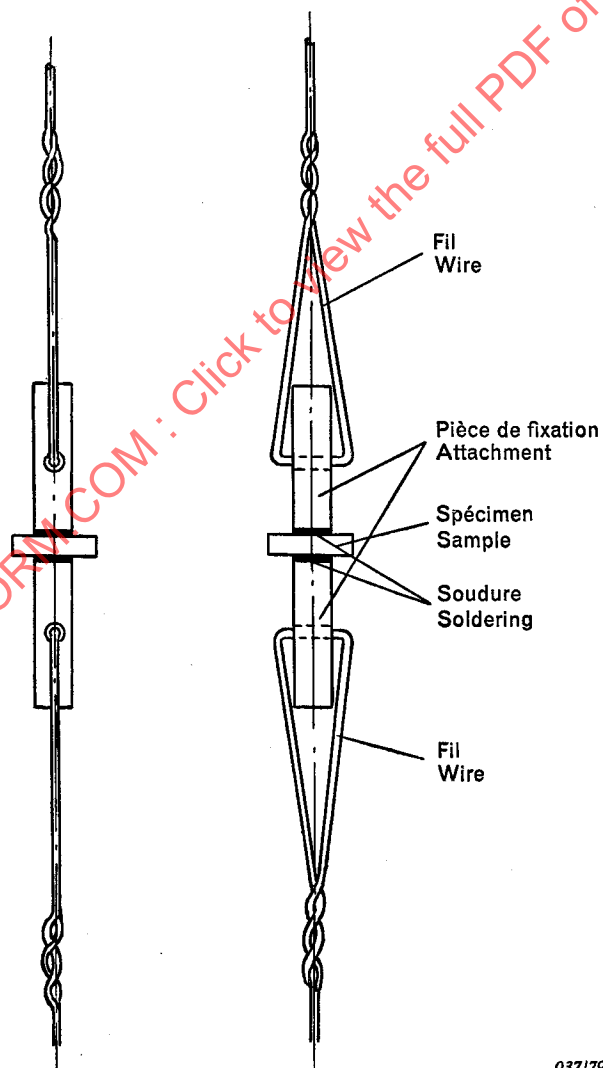


FIG. 5.2. — Pièce d'essai.
Test piece.

037/79

[IECNORM.COM](https://www.iecnorm.com) : Click to view the full PDF of IEC 60642:1979

10.11 Adhérence des fils de sortie

Essayer l'adhérence des fils de sortie au résonateur de la manière suivante:

10.11.1 Sauf spécification contraire, la force de traction sur les fils de sortie est choisie parmi les valeurs suivantes: 0,1 N; 0,2 N; 0,5 N; 1,0 N; 2,0 N; 5,0 N ou 10 N.

10.11.2 Le corps du résonateur étant fixé au banc d'essai, appliquer une force de traction, choisie parmi celles données au paragraphe 10.10.1, perpendiculairement à la surface des électrodes ou dans la direction axiale des fils de sortie en position normale. Maintenir la force pendant 30 ± 5 s, puis cesser rapidement.

10.11.3 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière, celle-ci doit spécifier le point suivant:

— force de traction.

10.12 Robustesse transversale du résonateur

Essayer la robustesse transversale des résonateurs de la manière suivante:

10.12.1 Fixer le spécimen préparé pour l'essai, en deux points près des bords comme indiqué à la figure 7. Augmenter graduellement la force au centre du spécimen dans la direction perpendiculaire à sa surface.

10.12.2 Augmenter la force jusqu'à ce que le spécimen se brise et noter la force de rupture en newtons.

10.12.3 Calculer la robustesse transversale du résonateur en utilisant l'équation suivante.

$$T = \frac{3}{2} \frac{F l_s}{b t^2} \text{ (MPa)}$$

où:

F = force maximale en newtons

l_s = distance entre les centres des barreaux de support, en millimètres

b = largeur du spécimen, en millimètres

t = épaisseur du spécimen, en millimètres

10.12.4 La forme et les dimensions du spécimen sont indiquées à la figure 6 et la méthode de fixation est indiquée à la figure 7.

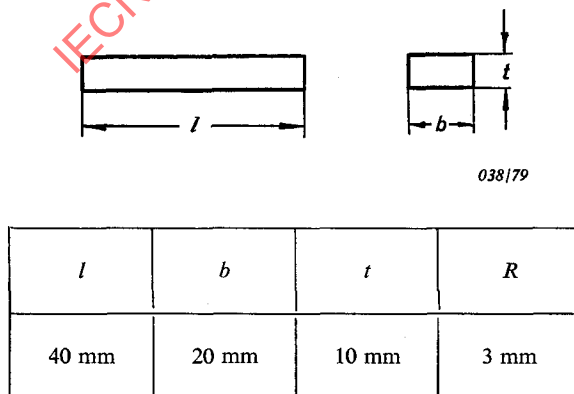


FIG. 6. — Dimensions du spécimen.

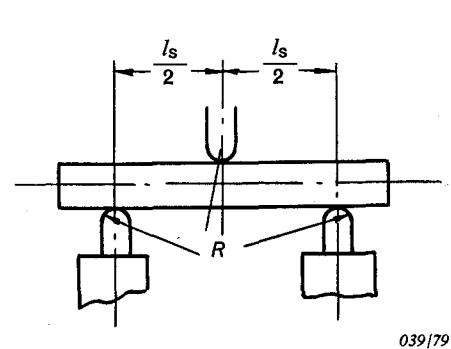


FIG. 7. — Méthode de fixation.

10.11 Lead-wire adhesion strength

Test the adhesion strength of lead-wires to the resonator as follows:

10.11.1 The tensile load to lead-wire shall be selected from the following unless otherwise specified: 0.1 N, 0.2 N, 0.5 N, 1.0 N, 2.0 N, 5.0 N, or 10 N.

10.11.2 With the resonator body secured to the test bench, apply any tensile load from those given in Sub-clause 10.10.1 perpendicularly to the electrode surface, or in the axial direction of lead-wires in normal situation. Hold the load for 30 ± 5 s, and remove it promptly.

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

— the tensile load.

10.12 Resonator transverse strength

Test the transverse strength of resonators as follows:

10.12.1 Support a prepared test specimen at two points close to its ends as shown in Figure 7. Gradually increase the load at the centre of the sample in the direction perpendicular to it.

10.12.2 Increase the load until the specimen breaks, and read the breakdown weight in newtons.

10.12.3 Calculate the transverse strength of the resonator using the following equation:

$$T = \frac{3}{2} \frac{F l_s}{b t^2} \text{ (MPa)}$$

where:

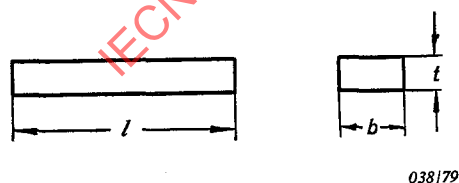
F = Maximum load in newtons

l_s = Centre to centre distance of supporting rods in millimetres

b = Specimen width in millimetres

t = Specimen thickness in millimetres

10.12.4 Specimen shape and dimensions are shown in Figure 6, and supporting method in Figure 7.



l	b	t	R
40 mm	20 mm	10 mm	3 mm

FIG. 6. — Dimensions of specimen.

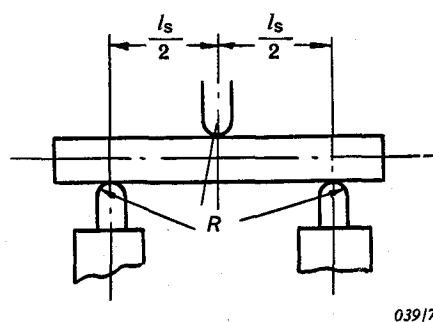


FIG. 7. — Supporting method.

- 10.12.5 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière celle-ci doit spécifier le point suivant:
- la force transversale.

10.13 *Chocs thermiques*

- 10.13.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.
- 10.13.2 Les résonateurs en céramique (dispositifs) sont soumis à l'essai Nb de la Publication 68 de la CEI.
- 10.13.3 Les constantes du résonateur sont mesurées. Les variations des constantes par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.
- 10.13.4 Après l'essai le résonateur en céramique (dispositif) ne doit pas présenter de dommage visible.
- 10.13.5 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière celle-ci doit spécifier les points suivants:
- la température basse;
 - la température élevée;
 - le taux de changement;
 - le nombre de cycles;
 - la durée de l'essai.

10.14 *Chaleur sèche*

- 10.14.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.
- 10.14.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à l'essai Ba de la Publication 68 de la CEI à la température spécifiée.
- 10.14.3 Les constantes du résonateur sont mesurées.
- Les variations des constantes par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.
- 10.14.4 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière, celle-ci doit spécifier les points suivants:
- les limites des variations des constantes du résonateur et la température.

10.15 *Chaleur humide, premier cycle*

- 10.15.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.
- 10.15.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à un cycle de l'essai D de la Publication 68 de la CEI.
- 10.15.3 Les constantes du résonateur et la résistance d'isolement sont alors mesurées. Les variations des constantes du résonateur par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées. La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée.
- 10.15.4 Après ces mesures, le résonateur est immédiatement soumis à l'essai de froid.

10.12.5 If this test is included in a specification sheet, the following shall be specified:

- the transverse strength.

10.13 *Thermal shock*

10.13.1 The vibrator constants shall be measured.

10.13.2 The resonator (unit) shall be subjected to the procedure of Test Nb of IEC Publication 68.

10.13.3 The vibrator constants shall be measured. The change of vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits.

10.13.4 After the test there shall be no visible damage to the resonator (unit).

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

- the low temperature;
- the high temperature;
- rate of change;
- number of cycles;
- duration.

10.14 *Dry heat*

10.14.1 The vibrator constants shall be measured.

10.14.2 The resonator (unit) shall be subjected to the procedure of Test Ba of IEC Publication 68 at the specified temperature.

10.14.3 The vibrator constants shall then be measured.

The change of the vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits.

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

- the limits of change of the vibrator constants and the temperature.

10.15 *Damp heat, first cycle*

10.15.1 The vibrator constants shall be measured.

10.15.2 The resonator (unit) shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68, for one cycle.

10.15.3 The vibrator constants and the insulation resistance shall then be measured. The change of vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits. The insulation resistance shall be not less than the specified value.

10.15.4 After these measurements the units shall be subjected immediately to the cold test.

10.15.5 Lorsque l'essai de chaleur sèche est prescrit par une feuille particulière, celle-ci doit spécifier les points suivants:

- les limites des variations des constantes du résonateur;
- la valeur minimale de la résistance d'isolement.

10.16 *Froid*

10.16.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.

10.16.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à l'essai Aa de la Publication 68 de la CEI.

10.16.3 Les constantes du résonateur sont mesurées.

Les variations des constantes du résonateur par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

10.16.4 Lorsque cet essai est prescrit par une feuille particulière, celle-ci doit spécifier le point suivant:

- les limites des variations des constantes du résonateur.

10.17 *Chaleur humide, cycles restants*

10.17.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.

10.17.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à l'essai D de la Publication 68 de la CEI pour les cinq cycles restants.

10.17.3 Les constantes du résonateur sont alors mesurées. Les variations des constantes du résonateur par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées. La résistance d'isolement ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

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

- les limites des variations des constantes du résonateur;
- la valeur minimale de la résistance d'isolement.

10.18 *Chaleur humide (essai de longue durée)*

10.18.1 Les constantes du résonateur sont mesurées.

10.18.2 Le résonateur en céramique (dispositif) est soumis à l'essai C de la Publication 68 de la CEI.

10.18.3 Les constantes du résonateur et la résistance d'isolement sont alors mesurées. Les variations des constantes du résonateur par rapport aux valeurs obtenues lors des mesures précédentes ne doivent pas dépasser les limites spécifiées. La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée.

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

- les limites des variations des constantes du résonateur;
- la valeur minimale de la résistance d'isolement.

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

- the limits of change of vibrator constants;
- the minimum value of the insulation resistance.

10.16 *Cold*

10.16.1 The vibrator constants shall be measured.

10.16.2 The resonators (units) shall be subjected to the procedure of Test Aa of IEC Publication 68.

10.16.3 The vibrator constants shall then be measured.

The change of vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits.

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

- the limits of change of vibrator constants.

10.17 *Damp heat, remaining cycles*

10.17.1 The vibrator constants shall be measured.

10.17.2 The resonator (unit) shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68, for the remaining five cycles.

10.17.3 The vibrator constants shall then be measured. The change of vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits. The insulation resistance shall be not less than the specified value.

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

- the limits of change of vibrator constants;
- the minimum value of the insulation resistance.

10.18 *Damp heat (long-term exposure)*

10.18.1 The vibrator constants shall be measured.

10.18.2 The resonators (units) shall be subjected to the procedure of Test C of IEC Publication 68.

10.18.3 The vibrator constants and insulation resistance shall then be measured. The change of vibrator constants compared with the values obtained from the preceding measurements shall not exceed the specified limits. The insulation resistance shall be not less than the specified value.

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

- the limits of change of vibrator constants;
- the minimum value of the insulation resistance.