

**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 1er 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 Electro-technique 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.

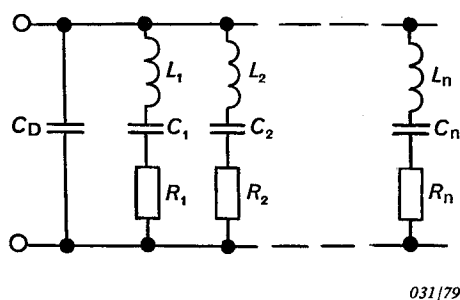


FIG. 1. — Circuit équivalent.

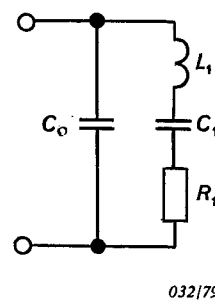


FIG. 2. — Circuit équivalent simplifié.

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.

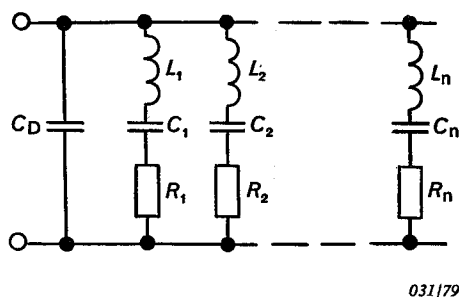


FIG. 1. — Equivalent circuit.

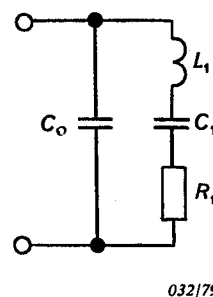


FIG. 2. — Approximate equivalent circuit.

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 CEI.

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