

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61178-1

QC 680000

Première édition
First edition
1993-03

**Résonateurs à quartz – Spécification dans
le Système CEI d'assurance de la qualité
des composants électroniques (IECQ)**

**Partie 1:
Spécification générique**

**Quartz crystal units – A specification
in the IEC Quality Assessment System
for Electronic Components (IECQ)**

**Part 1:
Generic specification**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61178-1: 1993

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 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

61178-1

QC 680000

Première édition
First edition
1993-03

Résonateurs à quartz – Spécification dans
le Système CEI d'assurance de la qualité
des composants électroniques (IECQ)

Partie 1:
Spécification générique

Quartz crystal units – A specification
in the IEC Quality Assessment System
for Electronic Components (IECQ)

Part 1:
Generic specification

© IEC 1993 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

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
 Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
2 Aspects techniques	14
2.1 Ordre de priorité	14
2.2 Unités, symboles et terminologie	16
2.3 Valeurs et caractéristiques préférentielles	30
2.4 Marquage	34
3 Procédures d'assurance de la qualité	36
3.1 Etape initiale de fabrication	36
3.2 Modèles associables	36
3.3 Sous-traitance	36
3.4 Agrément de fabricant	36
3.5 Procédures d'agrément	38
3.6 Procédures pour l'agrément de savoir-faire	40
3.7 Procédures pour l'homologation	40
3.8 Méthodes d'essai	42
3.9 Exigences de sélection	42
3.10 Travaux de retouche et de réparation	42
3.11 Rapports certifiés d'essai	42
3.12 Livraison différée	42
3.13 Acceptation pour livraison	42
3.14 Paramètres non destinés au contrôle	44
4 Procédures d'essai et de mesure	44
4.1 Généralités	44
4.2 Autres méthodes d'essai	44
4.3 Précision de mesure	44
4.4 Conditions normales d'essai	44
4.5 Inspection visuelle	46
4.6 Inspection dimensionnelle et de mesure	46
4.7 Procédures d'essais électriques	46
4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	46
4.7.2 Influence du niveau d'excitation	48
4.7.3 Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température	48
4.7.4 Réponses indésirables	48
4.7.5 Capacité parallèle	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 General	11
1.1 Scope	11
1.2 Normative references	11
2 Technical	15
2.1 Order of precedence	15
2.2 Units, symbols and terminology	17
2.3 Preferred ratings and characteristics	31
2.4 Marking	35
3 Quality assessment procedures	37
3.1 Primary stage of manufacture	37
3.2 Structurally similar components	37
3.3 Subcontracting	37
3.4 Manufacturer's approval	37
3.5 Approval procedures	39
3.6 Procedures for capability approval	41
3.7 Procedures for qualification approval	41
3.8 Test procedures	43
3.9 Screening requirements	43
3.10 Rework and repair work	43
3.11 Certified test records	43
3.12 Delayed delivery	43
3.13 Release for delivery	43
3.14 Unchecked parameters	45
4 Test and measurement procedures	45
4.1 General	45
4.2 Alternative test methods	45
4.3 Precision of measurement	45
4.4 Standard conditions for testing	45
4.5 Visual inspection	47
4.6 Dimensioning and gauging procedures	47
4.7 Electrical test procedures	47
4.7.1 Frequency and resonance resistance	47
4.7.2 Drive level dependency	49
4.7.3 Frequency and resonance resistance as a function of temperature	49
4.7.4 Unwanted responses	49
4.7.5 Shunt capacitance	51

Articles	Pages
4.7.6 Fréquence et résistance avec charge	50
4.7.7 Plage de décalage de fréquence (f_{L_1, L_2})	50
4.7.8 Paramètres dynamiques	50
4.7.9 Résistance d'isolation	50
4.8 Méthodes d'essai mécaniques et en environnement	52
4.8.1 Robustesse des sorties (destructif)	52
4.8.2 Essais d'étanchéité (non destructifs)	52
4.8.3 Brasage (brasabilité et résistance à la chaleur de brasage) (destructif)	56
4.8.4 Variation rapide de température par immersion en utilisant la méthode de deux bains (non destructif)	56
4.8.5 Variation rapide de température avec un temps de transition prescrit (non destructif)	56
4.8.6 Secousses (destructif)	58
4.8.7 Vibrations (destructif)	58
4.8.8 Chocs (destructif)	58
4.8.9 Chutes libres (destructif)	58
4.8.10 Accélération constante (non destructif)	58
4.8.11 Chaleur sèche (non destructif)	60
4.8.12 Chaleur humide, essai cyclique (destructif)	60
4.8.13 Froid sec (non destructif)	60
4.8.14 Séquence climatique (destructif)	60
4.8.15 Chaleur humide, essai continu (destructif)	60
4.8.16 Tenue aux solvants de nettoyage (non destructif)	60
4.9 Méthodes d'essai d'endurance	60
4.9.1 Vieillissement (non destructif)	60
4.9.2 Vieillissement prolongé (non destructif)	62

IECNORM.COM : Click to Webinar

Clause		Page
	4.7.6 Load resonance frequency and resistance	51
	4.7.7 Frequency pulling range (f_{L1}, L_2)	51
	4.7.8 Motional parameters	51
	4.7.9 Insulation resistance	51
4.8	Mechanical and environmental test procedures	53
	4.8.1 Robustness of terminations (destructive)	53
	4.8.2 Sealing tests (non destructive)	53
	4.8.3 Soldering (solderability and resistance to soldering heat) (destructive)	57
	4.8.4 Rapid change of temperature, two-fluid bath method (non destructive)	57
	4.8.5 Rapid change of temperature with prescribed time of transition (non destructive)	57
	4.8.6 Bump (destructive)	59
	4.8.7 Vibration (destructive)	59
	4.8.8 Shock (destructive)	59
	4.8.9 Free fall (destructive)	59
	4.8.10 Acceleration, steady state (non destructive)	59
	4.8.11 Dry heat (non destructive)	61
	4.8.12 Damp heat, cyclic (destructive)	61
	4.8.13 Cold (non destructive)	61
	4.8.14 Climatic sequence (destructive)	61
	4.8.15 Damp heat, steady state (destructive)	61
	4.8.16 Immersion in cleaning solvents (non destructive)	61
4.9	Endurance test procedure	61
	4.9.1 Ageing (non destructive)	61
	4.9.2 Extended ageing (non destructive)	63

IECNORM.COM : Click to Download PDF OFFICE 2003

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSONATEURS À QUARTZ – SPÉCIFICATION DANS LE SYSTÈME CEI D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES (IECQ)

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1178-1 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle est fondée partiellement sur la CEI 122-1.

La présente partie 1 constitue la spécification générique dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) pour les résonateurs à quartz.

La CEI 1178-2 constitue la spécification intermédiaire: Agrément de savoir-faire.

La CEI 1178-2-1 constitue la spécification particulière cadre: Agrément de savoir-faire.

La CEI 1178-3 constitue la spécification intermédiaire: Homologation.

La CEI 1178-3-1 constitue la spécification particulière cadre: Homologation.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
49(BC)222	49(BC)239

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**QUARTZ CRYSTAL UNITS – A SPECIFICATION
IN THE IEC QUALITY ASSESSMENT SYSTEM
FOR ELECTRONIC COMPONENTS (IECQ)**

Part 1: Generic specification

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1178-1 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

It is partially based on IEC 122-1.

This part 1 forms the generic specification in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) for quartz crystal units.

IEC 1178-2 forms the sectional specification: Capability approval.

IEC 1178-2-1 forms the blank detail specification: Capability approval.

IEC 1178-3 forms the sectional specification: Qualification approval.

IEC 1178-3-1 forms the blank detail specification: Qualification approval.

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

DIS	Report on Voting
49(CO)222	49(CO)239

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

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 1178-1: 1993

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

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61178-1:1993

RÉSONATEURS À QUARTZ – SPÉCIFICATION DANS LE SYSTÈME CEI D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES (IECQ)

Partie 1: Spécification générique

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 1178 spécifie les méthodes d'essai et les exigences générales pour les résonateurs à quartz dont la qualité est garantie par le moyen de l'agrément de savoir-faire ou par les procédés d'homologation, selon l'article 11 de l'IEC QC 001002.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1178. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1178 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 27, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 50, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 68-2-1: 1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*

CEI 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche. Complément A: 1976*

CEI 68-2-3: 1969: *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

Amendement 1: 1984

CEI 68-2-6: 1982, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales)*

Amendement 1: 1983

Amendement 2: 1985

CEI 68-2-7: 1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ga et guide: Accélération constante*

Amendement 1: 1986

**QUARTZ CRYSTAL UNITS – A SPECIFICATION
IN THE IEC QUALITY ASSESSMENT SYSTEM
FOR ELECTRONIC COMPONENTS (IECQ)**

Part 1: Generic specification

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 1178 specifies the methods of test and general requirements for quartz crystal units of assessed quality using either capability approval or qualification approval procedures according to clause 11 of IECQ 001002.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1178. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1178 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 27, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 50, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 68-2-1: 1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

IEC 68-2-2: 1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*
Supplement A: 1976

IEC 68-2-3: 1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*
Amendment 1: 1984

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*
Amendment 1: 1983
Amendment 2: 1985

IEC 68-2-7: 1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*
Amendment 1: 1986

CEI 68-2-14: 1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*
Amendement 1: 1986

CEI 68-2-17: 1978, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Q: Etanchéité*
Amendement 4: 1991

CEI 68-2-20: 1979, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai T: Soudure*
Amendement 2: 1987

CEI 68-2-21: 1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*
Amendement 1: 1985

CEI 68-2-27: 1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais - Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 68-2-29: 1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 68-2-30: 1980, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*
Amendement 1: 1985

CEI 68-2-32: 1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ed: Chute libre*
Amendement 2: 1990

CEI 68-2-45: 1980, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*

CEI 122-1: 1976, *Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence – Première partie: Valeurs normalisées et conditions de mesures et d'essais*
Amendement 1: 1983

CEI 122-3: 1977, *Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence – Troisième partie: Encombrements normalisés et connexions des sorties*
Amendement 2: 1991
Amendement 3: 1992
Amendement 4: 1993

CEI 302: 1969, *Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 444-1: 1984, *Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π – Première partie: Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance et de la résistance de résonance des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π*

IEC 68-2-14: 1984, *Environmental testing - Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

Amendment 1: 1986

IEC 68-2-17: 1978, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

Amendment 4: 1991

IEC 68-2-20: 1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

Amendment 2: 1987

IEC 68-2-21: 1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

Amendment 1: 1985

IEC 68-2-27: 1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 68-2-29: 1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 68-2-30: 1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12+12-hour cycle)*

Amendment 1: 1985

IEC 68-2-32: 1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall*

Amendment 2: 1990

IEC 68-2-45: 1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 122-1: 1976, *Quartz crystal units for frequency control and selection – Part 1: Standard values and test conditions*

Amendment 1: 1983

IEC 122-3: 1977, *Quartz crystal units for frequency control and selection – Part 3: Standard outlines and lead connections*

Amendment 2: 1991

Amendment 3: 1992

Amendment 4: 1993

IEC 302: 1969, *Standard definitions and methods of measurement for piezoelectric vibrators operating over the frequency range up to 30 MHz*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 444-1: 1984, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π -network – Part 1: Basic method for the measurement of resonance frequency and resonance resistance of quartz crystal units by zero phase technique in a π -network*

CEI 444-2: 1980, *Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π – Deuxième partie: Méthode de décalage de phase pour la mesure de la capacité dynamique des quartz*

CEI 444-3: 1986, *Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π – Troisième partie: Méthode fondamentale pour la mesure des paramètres à deux pôles des résonateurs à quartz à la fréquence jusqu'à 200 MHz par la technique de phase dans le circuit en π avec compensation de la capacité parallèle C_o*

CEI 444-4: 1988, *Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π – Quatrième partie: Méthode pour la mesure de la fréquence de résonance à la charge f_L et de la résistance de résonance à la charge R_L et pour le calcul des autres valeurs dérivées des quartz piézoélectriques, jusqu'à 30 MHz*

CEI 617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 1178-2: 1993, *Résonateurs à quartz – Spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Partie 2: Spécification intermédiaire – Agrément de savoir-faire*

CEI 1178-3: 1993, *Résonateurs à quartz – Spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Partie 3: Spécification intermédiaire – Homologation*

CEI QC 001001: 1986, *Règles fondamentales du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

CEI QC 001002: 1986, *Règles de procédure du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

CEI QC 001005: 1992, *Qualified Products List (Liste des produits homologués)*

CEI Guide 102: 1989, *Composants électroniques – Structure des spécifications pour l'assurance de la qualité (homologation et agrément de savoir-faire)*

ISO 1000: 1981, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

2 Aspects techniques

2.1 Ordre de priorité

En cas de divergence pour quelque raison que ce soit, les documents seront classés dans l'ordre de priorité suivant:

- spécification particulière;
- spécification intermédiaire;
- spécification générique;
- tout autre document international (par exemple de la CEI) auquel on fait référence.

IEC 444-2: 1980, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π-network – Part 2: Phase offset method for measurement of motional capacitance of quartz crystal units*

IEC 444-3: 1986, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π-network – Part 3: Basic method for the measurement of two-terminal parameters of quartz crystal units up to 200 MHz by phase technique in a π-network with compensation of the parallel capacitance C_o*

IEC 444-4: 1988, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π-network – Part 4: Method for the measurement of the load resonance frequency f_L , load resonance resistance R_L and the calculation of other derived values of quartz crystal units, up to 30 MHz*

IEC 617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 1178-2: 1993, *Quartz crystal units – A specification in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 2: Sectional specification – Capability approval*

IEC 1178-3: 1993, *Quartz crystal units – A specification in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Sectional specification – Qualification approval*

IEC QC 001001: 1986, *Basic rules of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*

IEC QC 001002: 1986, *Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*

IEC QC 001005: 1992, *Qualified Products List*

IEC Guide 102: 1989, *Electronic components. Specification structures for quality assessment (Qualification approval and capability approval)*

ISO 1000: 1981, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

2 Technical

2.1 Order of precedence

Where any discrepancies occur for any reason, documents shall rank in the following order of precedence:

- the detail specification;
- the sectional specification;
- the generic specification;
- any other international documents (for example of the IEC) to which reference is made.

Le même ordre de priorité s'appliquera aux documents nationaux équivalents.

2.2 Unités, symboles et terminologie

2.2.1 Généralités

Unités, symboles graphiques, symboles littéraux et terminologie doivent, autant que possible, être issus des normes suivantes:

- CEI 27;
- CEI 50;
- CEI 617;
- ISO 1000.

Les paragraphes suivants contiennent la terminologie additive applicable aux résonateurs à quartz.

2.2.2 Cristal (lame)

Matière piézoélectrique taillée selon une forme géométrique, des dimensions et une orientation donnée par rapport aux axes cristallographiques du cristal.

2.2.3 Electrode

Plaque ou film électriquement conducteur en contact avec, ou à proximité d'un cristal, permettant d'appliquer à ce cristal un champ électrique.

2.2.4 Lame vibrante de quartz

Elément de quartz monté qui vibre lorsqu'un champ électrique alternatif existe entre les électrodes.

2.2.5 Montage

Moyens par lesquels le résonateur à quartz est monté sur son embase.

2.2.6 Enveloppe

Enveloppe protégeant le ou les résonateur(s) à quartz et leur monture.

2.2.7 Type d'enveloppe

Enveloppe de résonateur de dimension et de matériau définis avec une méthode de fermeture définie.

2.2.8 Résonateur à quartz

Lame vibrante montée dans une enveloppe fermée.

2.2.9 Support de quartz

Composant dans lequel le résonateur à quartz est enfiché et qui assure sa fixation et ses connexions électriques.

The same order of precedence shall apply to equivalent national documents.

2.2 Units, symbols and terminology

2.2.1 General

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, wherever possible, be taken from the following Standards:

- IEC 27;
- IEC 50;
- IEC 617;
- ISO 1000.

The following paragraphs contain additional terminology applicable to quartz crystal units.

2.2.2 Crystal element (crystal blank)

Piezoelectric material cut to a given geometrical shape, size and orientation with respect to the crystallographic axes of the crystal.

2.2.3 Electrode

An electrically conductive plate or film in contact with, or in proximity to, a face of a crystal element by means of which an electric field is applied to the element.

2.2.4 Crystal resonator

A mounted crystal element that vibrates when an alternating electric field exists between the electrodes.

2.2.5 Mounting

The means by which the crystal resonator is supported (within its enclosure).

2.2.6 Enclosure

The enclosure protecting the crystal resonator(s) and mounting.

2.2.7 Enclosure type

A crystal enclosure of specific outline dimensions and material with a defined method of sealing.

2.2.8 Crystal unit

A crystal resonator mounted in an enclosure.

2.2.9 Socket

A component into which the crystal unit is inserted to hold the crystal unit and to provide electrical connection.

2.2.10 Mode de vibration

Configuration du mouvement des particules élémentaires dans un corps vibrant, résultant des contraintes appliquées à ce corps, de la fréquence de l'oscillation et des conditions aux limites. Les modes de vibration les plus courants sont:

- mode de flexion;
- mode d'extension;
- mode de cisaillement plan;
- mode de cisaillement d'épaisseur.

2.2.11 Résonateur à quartz sur le mode fondamental

Résonateur à quartz dans lequel le résonateur est conçu pour fonctionner à la plus basse fréquence d'un mode de vibration donné.

2.2.12 Résonateur à quartz sur le mode partiel

Résonateur à quartz dans lequel le résonateur est conçu pour fonctionner sur un ordre plus haut que le fondamental du mode de vibration donné.

2.2.13 Ordre d'un partiel

Rang des partiels successifs d'un mode de vibration donné dans l'ordre des fréquences croissantes en commençant par un pour le mode fondamental. Pour le mode de cisaillement et le mode d'extension, l'ordre d'un partiel est égal au quotient de la fréquence du partiel par la fréquence fondamentale, arrondi à l'entier le plus voisin.

2.2.14 Circuit équivalent d'un résonateur à quartz

Circuit électrique qui a la même impédance que le résonateur à quartz dans la zone des fréquences de résonance et d'anti-résonance désirées. Il est représenté par une inductance, capacité et résistance en série, cette branche série étant shuntée par une capacité entre les sorties du résonateur. Les paramètres de la branche série, constituée par l'inductance, la capacité et la résistance sont exprimés respectivement par L_1 , C_1 et R_1 . Ils sont appelés «paramètres dynamiques» du résonateur à quartz. La capacité parallèle du shunt est appelée C_0 (voir figure 1).

NOTES

- 1 Le circuit équivalent ne représente pas toutes les caractéristiques du résonateur à quartz.
- 2 Les valeurs R_e , X_e , G_p et B_p varient rapidement autour de la fréquence de résonance, où:
 R_e est la résistance série du circuit équivalent du résonateur;
 X_e est la réactance série du circuit équivalent du résonateur;
 G_p est la conductance parallèle du circuit équivalent du résonateur;
 B_p est la susceptance du circuit équivalent du résonateur.

2.2.15 Résistance dynamique (R_1)

Résistance dans la branche dynamique (série) du circuit équivalent.

2.2.16 Inductance dynamique (L_1)

Inductance dans la branche dynamique (série) du circuit équivalent.

2.2.10 Mode of vibration

The pattern of motion in a vibrating body of the individual particles resulting from stresses applied to the body, the frequency of oscillation and the boundary conditions existing. The common modes of vibration are:

- flexural;
- extensional;
- face shear;
- thickness shear.

2.2.11 Fundamental crystal unit

A crystal resonator designed to operate at the lowest order of a given mode.

2.2.12 Overtone crystal unit

A crystal resonator designed to operate at a higher order than the lowest of the given mode.

2.2.13 Overtone order

The numbers allotted to the successive overtones of a given mode of vibration from the ascending series of integral numbers commencing with the fundamental as unity. For shear and extensional modes, this overtone is the integral multiple of the fundamental frequency to which the overtone frequency approximates.

2.2.14 Crystal unit equivalent circuit

The electric circuit which has the same impedance as the crystal unit in the region of the desired resonance and anti-resonance frequencies. It is represented by an inductance, capacitance and resistance in series, this series arm being shunted by the capacitance between the terminals of the unit. The parameters of the series branch of inductance, capacitance and resistance are given by L_1 , C_1 and R_1 respectively; these are termed "motional parameters" of the crystal unit. The shunt (parallel) capacitance is denoted by C_0 (see figure 1).

NOTES

- 1 The equivalent circuit does not represent all the characteristics of a crystal unit.
- 2 The values of R_e , X_e , G_p and B_p vary rapidly around the resonance frequency, where:
 R_e is the equivalent circuit series resistance of the resonator;
 X_e is the equivalent circuit series reactance of the resonator;
 G_p is the equivalent circuit parallel conductance of the resonator;
 B_p is the equivalent circuit parallel susceptance of the resonator.

2.2.15 Motional resistance (R_1)

The resistance in the motional (series) arm of the equivalent circuit.

2.2.16 Motional inductance (L_1)

The inductance in the motional (series) arm of the equivalent circuit.

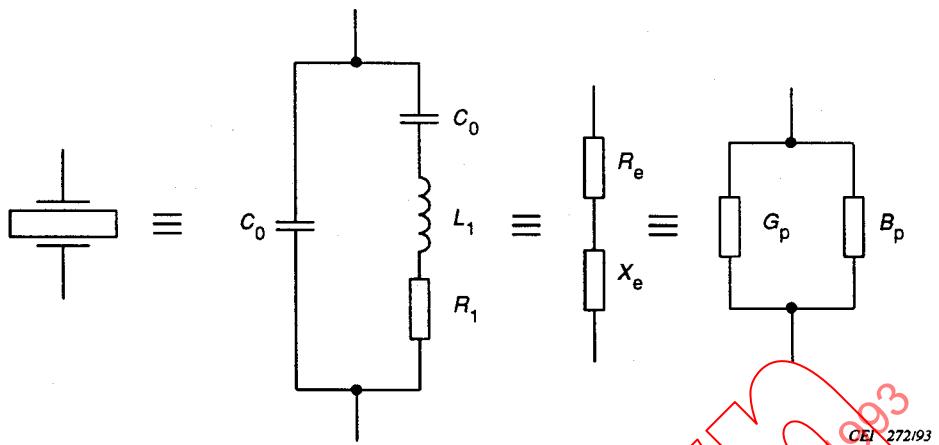


Figure 1 – Symbole et circuit électrique équivalent d'un résonateur piézoélectrique près d'une résonance

CEI 272/93

2.2.17 Capacité dynamique (C_1)

Capacité dans la branche dynamique (série) du circuit équivalent.

2.2.18 Capacité statique (C_0)

Capacité statique en parallèle avec la branche dynamique du circuit équivalent.

2.2.19 Fréquence de résonance (f_r)

La plus basse des deux fréquences du résonateur à quartz seul, dans des conditions spécifiées, pour laquelle le résonateur à quartz est équivalent à une résistance pure.

2.2.20 Résistance de résonance (R_r)

La résistance du résonateur à quartz seul à la fréquence de résonance f_r .

2.2.21 Fréquence d'anti-résonance (f_a)

La plus haute des deux fréquences du résonateur à quartz seul, dans des conditions spécifiées, pour laquelle le résonateur à quartz est équivalent à une résistance pure.

2.2.22 Capacité de charge (C_L)

La capacité externe effective associée au résonateur à quartz qui détermine la fréquence de résonance à la charge f_L .

2.2.23 Fréquence de résonance à la charge (f_L)

Une des deux fréquences du quartz associé à une capacité de charge série ou parallèle, dans des conditions spécifiées, pour laquelle la combinaison est équivalente à une résistance pure. Cette fréquence est la plus basse des deux fréquences lorsque la capacité de charge est en série et la plus haute lorsqu'elle est en parallèle (voir la figure 2).

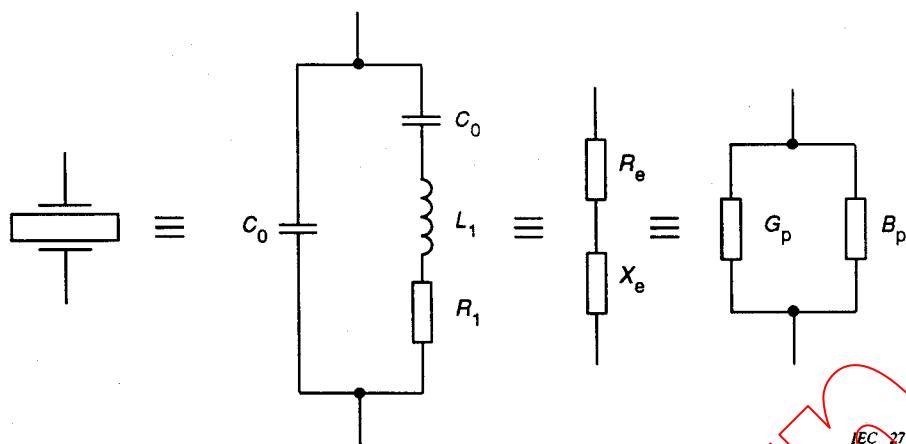


Figure 1 – Symbol and equivalent electrical circuit of a piezoelectric resonator near a resonance

2.2.17 *Motional capacitance (C_1)*

The capacitance in the motional (series) arm of the equivalent circuit.

2.2.18 *Shunt capacitance (C_0)*

The shunt capacitance in parallel with the motional arm of the equivalent circuit.

2.2.19 *Resonance frequency (f_r)*

The lower of the two frequencies of the crystal unit alone, under specified conditions, at which the electrical impedance of the crystal unit is resistive.

2.2.20 *Resonance resistance (R_r)*

The resistance of the crystal unit alone at the resonance frequency f_r .

2.2.21 *Anti-resonance frequency (f_a)*

The higher of the two frequencies of the crystal unit alone, under specified conditions, at which the electrical impedance of the crystal unit is resistive.

2.2.22 *Load capacitance (C_L)*

The effective external capacitance associated with the crystal unit which determines the load resonance frequency f_L .

2.2.23 *Load resonance frequency (f_L)*

One of the two frequencies of a crystal unit in association with a series or with a parallel load capacitance, under specified conditions at which the electrical impedance of the combination is resistive. The load resonance frequency is the lower of the two frequencies when the load capacitance is in series and the higher when it is in parallel (see figure 2).

Pour la valeur spécifiée de la capacité de charge C_L , ces fréquences sont identiques pour toutes les applications pratiques et sont données par:

$$\frac{1}{f} = 2 \pi \sqrt{\frac{L_1 C_1 (C_o + C_L)}{C_1 + C_o + C_L}}$$

NOTES

- 1 Les fréquences définies en 2.2.19, 2.2.21 et 2.2.23 sont données comme les termes les plus utilisés habituellement. Il y a beaucoup d'autres fréquences associées aux résonateurs à quartz et pour en obtenir une explication complète, il convient de consulter la CEI 302.
- 2 On doit consulter la CEI 302 et la CEI 444-1 lorsque des précisions plus grandes sont exigées ou lorsque des données secondaires doivent être dérivées des mesures de fréquence (par exemple, les valeurs des paramètres motionnels d'un résonateur à quartz).

2.2.24 Résistance de résonance à la charge (R_L)

Résistance du résonateur à quartz en série avec une capacité externe donnée à la fréquence de résonance à la charge f_L .

NOTE - La valeur de R_L est liée à la valeur de R_r avec une bonne approximation par l'expression suivante:

$$R_L \approx R_r \left(1 + \frac{C_o}{C_L}\right)^2$$

2.2.25 Fréquence nominale (f_n)

Fréquence attribuée au résonateur par le fabricant.

2.2.26 Fréquence de fonctionnement (f_w)

Fréquence de fonctionnement du résonateur à quartz avec ses circuits associés.

For a given value of load capacitance C_L , these frequencies are identical for all practical purposes and are given by the expression

$$\frac{1}{f} = 2 \pi \sqrt{\left[\frac{L_1 C_1 (C_o + C_L)}{C_1 + C_o + C_L} \right]}$$

NOTES

- 1 The frequencies defined in 2.2.19, 2.2.21 and 2.2.23 are listed as being the terms more commonly used. The frequencies associated with a quartz crystal are numerous and for a full explanation IEC 302 should be consulted.
- 2 When higher accuracies are required or secondary data (for example, values of crystal unit motional parameters) are to be derived from the frequency measurements, IEC 302 and IEC 444-1 should be consulted.

2.2.24 Load resonance resistance (R_L)

The resistance of the crystal unit in series with a stated external capacitance at the load resonance frequency f_L .

NOTE - To a close approximation the value of R_L is related to the value of R_r by the expression:

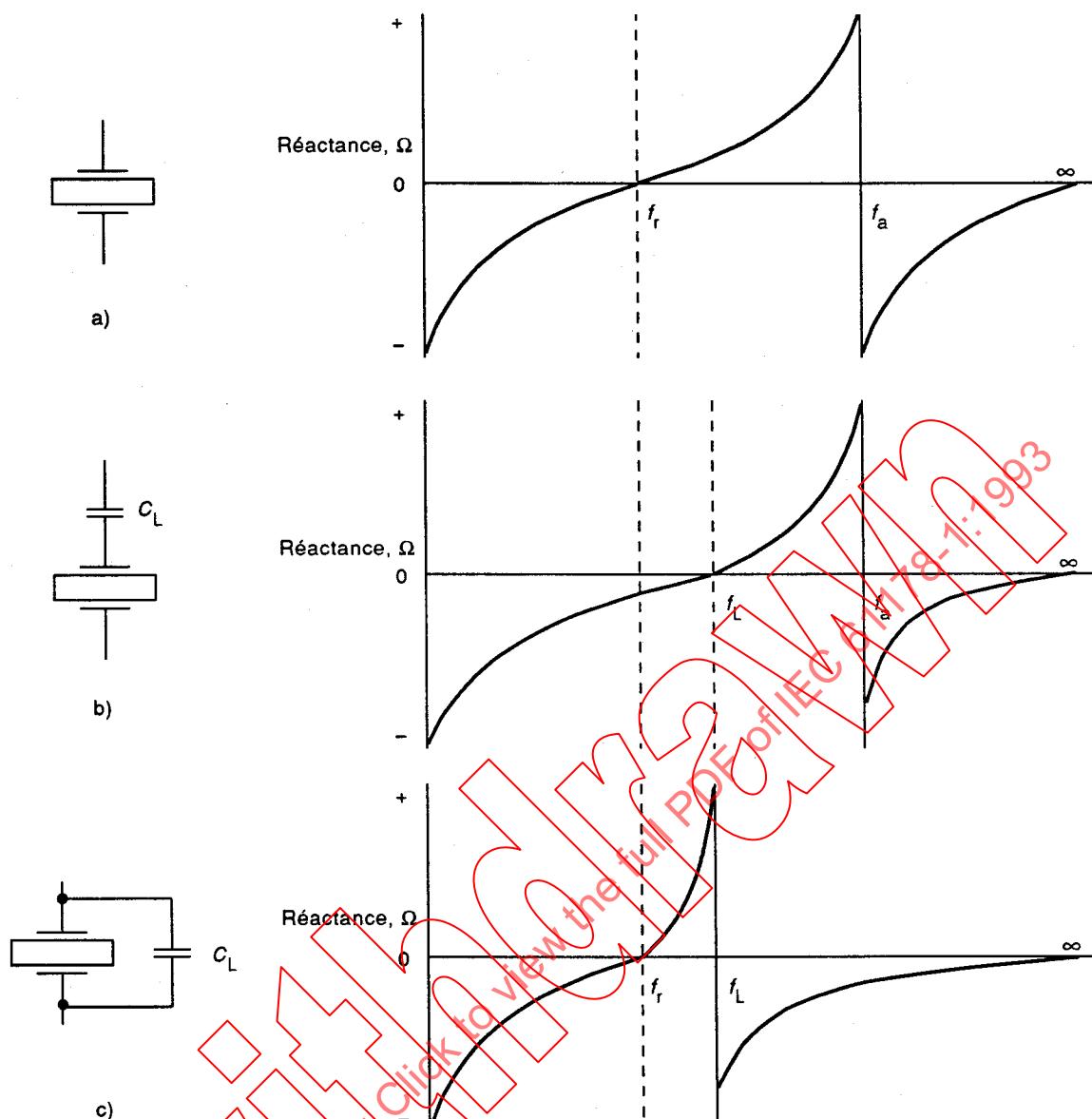
$$R_L \approx R_r \left(1 + \frac{C_o}{C_L} \right)^2$$

2.2.25 Nominal frequency (f_n)

The frequency assigned to the crystal unit by the manufacturer.

2.2.26 Working frequency (f_w)

The operational frequency of the crystal unit together with associated circuits.



CEI 273/93

NOTES

- 1 Les valeurs des capacités de charge montrées en b) et c) sont égales.
- 2 Voir 2.2.19, 2.2.21 et 2.2.23.

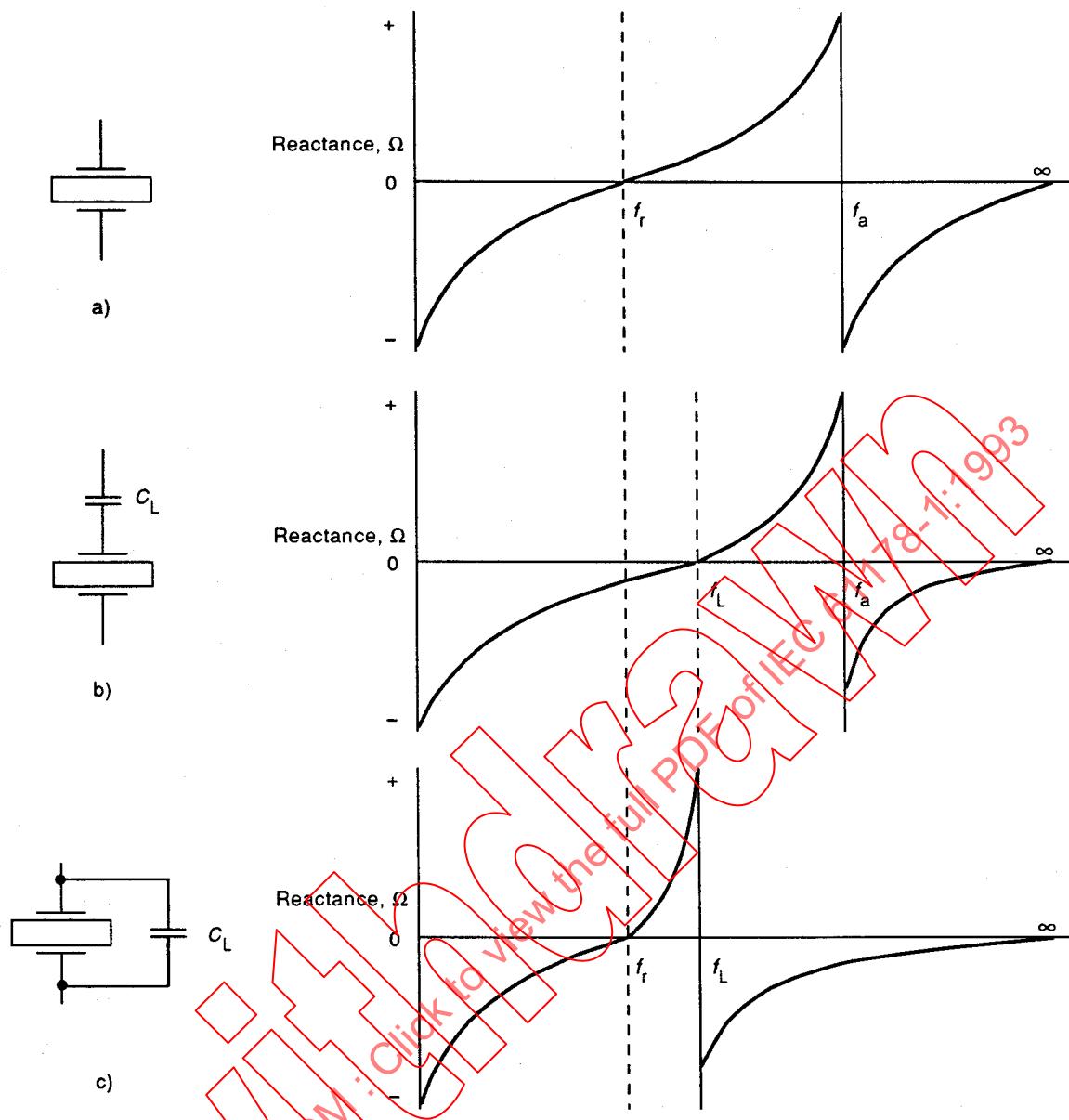
Figure 2 – Fréquences de résonance, d'anti-résonance et de résonance avec capacité de charge

2.2.27 Décalage de la fréquence de résonance à la charge (Δf_L)

$$\Delta f_L = f_L - f_r$$

Sa valeur approximative est:

$$\Delta f_L \approx \frac{f_r C_1}{2(C_o + C_L)}$$



IEC 273/93

NOTES

- 1 The values of load capacitances shown in b) and c) are equal.
- 2 See 2.2.19, 2.2.21 and 2.2.23.

Figure 2 – Resonance, anti-resonance and load resonance frequencies

2.2.27 Load resonance frequency offset (Δf_L)

$$\Delta f_L = f_L - f_r$$

It can be calculated approximately from

$$\Delta f_L \approx \frac{f_r C_1}{2 (C_o + C_L)}$$

Quand on se sert du décalage de fréquence de résonance à la charge Δf_L on peut remplacer l'indice inférieur L par la valeur réelle de la capacité de charge utilisée (en picofarads); on écrit ainsi Δf_{30} ou Δf_{20} , par exemple.

2.2.28 Décalage relatif de la fréquence de résonance à la charge (D_L)

$$D_L = \frac{f_L - f_r}{f_r}$$

Sa valeur approximative est:

$$D_L \approx \frac{C_1}{2(C_o + C_L)}$$

Quand on se sert du décalage relatif de la fréquence de résonance à la charge D_L , on peut remplacer l'indice inférieur L par la valeur de la capacité de charge utilisée. Exemple: D_{30} pour 30 pF.

2.2.29 Plage de décalage de fréquence ($\Delta f_{L1, L2}$)

$$\Delta f_{L1, L2} = \left| f_{L1} - f_{L2} \right|$$

$$\Delta f_{L1, L2} = \left| \frac{f_r C_1 (C_{L2} - C_{L1})}{2(C_o + C_{L1})(C_o + C_{L2})} \right|$$

Pour désigner la valeur de la plage de décalage de fréquence entre deux capacités de charge données, par exemple 20 pF et 30 pF, on écrira: $\Delta f_{20, 30}$.

2.2.30 Plage de décalage de fréquence relative ($D_{L1, L2}$)

$$D_{L1, L2} = \left| \frac{f_{L1} - f_{L2}}{f_r} \right| = \left| D_{L1} - D_{L2} \right|$$

Sa valeur approximative est:

$$D_{L1, L2} = \left| \frac{C_1 (C_{L2} - C_{L1})}{2(C_o + C_{L1})(C_o + C_{L2})} \right|$$

Pour désigner la valeur de la plage de décalage de fréquence relative entre deux capacités de charge données, par exemple 20 pF et 30 pF, on écrira: $D_{20, 30}$.

In usage, the load resonance frequency offset Δf_L for a given value of load capacitance can be written as, for instance, Δf_{30} or Δf_{20} to indicate the actual value of load capacitance in picofarads involved.

2.2.28 Fractional load resonance frequency offset (D_L)

$$D_L = \frac{f_L - f_r}{f_r}$$

It can be calculated approximately from

$$D_L \approx \frac{C_1}{2(C_o + C_L)}$$

This can also be written as, for instance, D_{30} to indicate the fractional load resonance frequency offset D_L with a load capacitance of 30 pF.

2.2.29 Frequency pulling range ($\Delta f_{L1, L2}$)

$$\Delta f_{L1, L2} = | f_{L1} - f_{L2} |$$

It can be calculated approximately from:

$$\Delta f_{L1, L2} = \left| \frac{f_r C_1 (C_{L2} - C_{L1})}{2(C_o + C_{L1})(C_o + C_{L2})} \right|$$

This can also be written as, for instance $\Delta f_{20, 30}$ to indicate the fractional pulling range between load capacitance of 20 pF and 30 pF.

2.2.30 Fractional pulling range ($D_{L1, L2}$)

$$D_{L1, L2} = \left| \frac{f_{L1} - f_{L2}}{f_r} \right| = \left| D_{L1} - D_{L2} \right|$$

It can be calculated approximately from:

$$D_{L1, L2} = \left| \frac{C_1 (C_{L2} - C_{L1})}{2(C_o + C_{L1})(C_o + C_{L2})} \right|$$

This can be written as, for instance, $D_{20, 30}$, to indicate the frequency pulling range between load capacitances of 20 pF and 30 pF.

2.2.31 Sensibilité de fréquence relative (S)

$$S = \frac{d D_L}{d C_L} \equiv \frac{-C_1}{2(C_o + C_L)^2}$$

Pour désigner la valeur de la sensibilité de fréquence relative pour une capacité de charge donnée, par exemple 30 pF, on écrira: S_{30} .

2.2.32 Gamme de températures de fonctionnement

Gamme de températures de fonctionnement mesurées sur l'enveloppe dans laquelle le résonateur à quartz doit être dans les tolérances spécifiées.

2.2.33 Gamme de températures de service

Gamme de températures mesurées sur l'enveloppe, dans laquelle le résonateur à quartz fonctionne, sans nécessairement être dans les tolérances spécifiées et ne subit pas de dégradation permanente.

2.2.34 Gamme de températures de stockage

Températures minimales et maximales, mesurées sur l'enveloppe et auxquelles le résonateur peut être stocké sans détérioration ou dégradation de ses performances.

2.2.35 Température de référence

Température à laquelle certains relevés de mesures de résonateurs à quartz sont effectués. Pour les résonateurs à température contrôlée, la température de référence est le point milieu de la gamme de températures contrôlée. Pour les résonateurs à température non contrôlée, la température de référence est normalement $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2.36 Niveau d'excitation

Mesure des conditions de fonctionnement imposées au résonateur. Ceci peut s'exprimer en termes de passage de courant ou puissance dissipée dans le résonateur.

2.2.37 Influence du niveau d'excitation

L'influence du niveau d'excitation (DLD) résulte dans le changement des conditions du niveau d'excitation sur la résistance de résonance du résonateur. Ce paramètre peut s'exprimer en définissant le rapport de résistance entre deux niveaux d'excitation spécifiés. Le rapport est représenté comme suit:

$$\frac{R_{r1}}{R_{r2}}$$

où

R_{r1} est la résistance au niveau d'excitation le plus bas

R_{r2} est la résistance au niveau d'excitation le plus haut

2.2.31 Pulling sensitivity (S)

$$S = \frac{d D_L}{d C_L} \equiv \frac{-C_1}{2(C_0 + C_L)^2}$$

This can be written as, for instance, S_{30} , to indicate the pulling sensitivity at a load capacitance of 30 pF.

2.2.32 Operating temperature range

The range of temperatures as measured on the enclosure, over which the crystal unit shall be within the specified tolerances.

2.2.33 Operable temperature range

The range of temperatures as measured on the enclosure over which the crystal unit will not sustain permanent damage though not necessarily functioning within the specified tolerances.

2.2.34 Storage temperature range

The minimum and maximum temperatures, as measured on the enclosure, at which the crystal unit may be stored without deterioration or damage to its performance.

2.2.35 Reference temperature

The temperature at which certain crystal measurements are made. For controlled temperature units the reference temperature is the mid-point of the controlled temperature range. For non-controlled temperature units the reference temperature is normally $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2.36 Level of drive

A measure of the conditions imposed upon the crystal unit. This may be expressed in terms of current through or power dissipated in the crystal element.

2.2.37 Drive level dependency

Drive level dependency (DLD) is the effect of changes in drive level conditions upon the resonance resistance of the crystal unit. This parameter can be specified by defining the ratio of resistance between two specified drive levels. This ratio is represented by the expression:

$$\frac{R_{r1}}{R_{r2}}$$

where

R_{r1} is the resistance at the lower level of drive

R_{r2} is the resistance at the higher level of drive

2.2.38 Réponse indésirable

Fréquence de résonance d'un résonateur autre que la fréquence associée à la fréquence de fonctionnement.

2.2.39 Tolérance de fréquence

Ecart maximal autorisé de la fréquence de fonctionnement dû à une cause spécifiée ou à une combinaison de causes. La tolérance de fréquence s'exprime habituellement en millions (1 x 10⁻⁶) de la fréquence nominale.

NOTE – Les tolérances employées normalement sont:

- écart de la fréquence nominale à la température de référence dans des conditions spécifiées;
- écart dans la gamme de températures de la fréquence à la température de référence spécifiée;
- écart en fonction du vieillissement dans des conditions spécifiées;
- écart de la fréquence nominale dû à toutes causes (tolérance totale).

2.3 Valeurs et caractéristiques préférentielles

De préférence, il convient de choisir les valeurs parmi les paragraphes suivants:

2.3.1 Gammes de températures en degrés Celsius (°C) pour un fonctionnement à température ambiante

-55 à +125	-30 à +80	-10 à +60
-55 à +105	-30 à +70	-10 à +50
-55 à +100	-25 à +80	0 à +60
-55 à +90	-20 à +85	0 à +50
-40 à +90	-20 à +80	+5 à +55
-40 à +85	-20 à +70	+10 à +40
-40 à +80	-20 à +60	+15 à +50
-40 à +70	-10 à +70	

2.3.2 Gammes de températures élevées en degrés Celsius (°C) convenant pour un fonctionnement en enceinte

60 ± 5	75 ± 5
65 ± 5	80 ± 5
70 ± 5	85 ± 5

2.3.3 Tolérance de fréquence (1 x 10⁻⁶)

±200	±25	±7,5
±100	±20	±5
±50	±15	±4
±40	±10	±2,5
±30		±1

2.3.4 Conditions de fonctionnement

Capacité de charge 10 pF

Capacité de charge 15 pF

Capacité de charge 20 pF

2.2.38 Unwanted response

A state of resonance of a crystal resonator other than that associated with the working frequency.

2.2.39 Frequency tolerance

The maximum permissible deviation of the working frequency due to a specified cause or a combination of causes. The frequency tolerance is usually stated in parts per million (1×10^{-6}) of the nominal frequency.

NOTE – The tolerances normally used are as follows:

- deviation from nominal frequency at the reference temperature under specified conditions;
- deviation over the temperature range from the frequency at the specified reference temperature;
- deviation as a result of ageing under specified conditions;
- deviation from nominal frequency due to all causes (overall tolerance).

2.3 Preferred ratings and characteristics

Values should preferably be chosen from the following paragraphs:

2.3.1 Temperature ranges in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$) suitable for ambient operation

-55 to +125	-30 to +80	-10 to +60
-55 to +105	-30 to +70	-10 to +50
-55 to +100	-25 to +80	0 to +60
-55 to +90	-20 to +85	0 to +50
-40 to +90	-20 to +80	+5 to +55
-40 to +85	-20 to +70	+10 to +40
-40 to +80	-20 to +60	+15 to +50
-40 to +70	-10 to +70	

2.3.2 Elevated temperature ranges in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$) suitable for oven control

60 \pm 5	75 \pm 5
65 \pm 5	80 \pm 5
70 \pm 5	85 \pm 5

2.3.3 Frequency tolerance (1×10^{-6})

± 200	± 25	$\pm 7,5$
± 100	± 20	± 5
± 50	± 15	± 4
± 40	± 10	$\pm 2,5$
± 30		± 1

2.3.4 Circuit conditions

10 pF load capacitance

15 pF load capacitance

20 pF load capacitance

Capacité de charge 30 pF
 Capacité de charge 50 pF
 Résonance série.

2.3.5 Niveaux d'excitation

- Cisaillement d'épaisseur/AT:

Courant, en μA

150

200

1 000

2 000

Puissance, en μW

1

10

100

500

- Flexion et cisaillement plan:

Courant, en μA

100

200

- Extension:

Courant, en μA

500

1 000

2.3.6 Influence du niveau d'excitation

Résistance de résonance Ω	Rapport de résistance $\frac{R_{r1}}{R_{r2}}$
<5	2,2
5 à 10	2,0
10 à 20	1,8
20 à 35	1,5
35 à 50	1,3
>50	1,2

30 pF load capacitance
 50 pF load capacitance
 Series resonance.

2.3.5 Levels of drive

- Thickness shear/AT:

Current, in μA

150

200

1 000

2 000

Power, in μW

1

10

100

500

- Flexure and face shear:

Current, in μA

100

200

- Extensional:

Current, in μA

500

1 000

2.3.6 Drive level dependency

Resonance resistance Ω	Resistance ratio $\frac{R_{r1}}{R_{r2}}$
<5	2,2
5 to 10	2,0
10 to 20	1,8
20 to 35	1,5
35 to 50	1,3
>50	1,2

2.3.7 Catégorie climatique

55/105/56

Pour les besoins lorsque la gamme de températures du résonateur s'étend au-delà de -55°C à 105°C , une catégorie climatique cohérente avec la gamme de températures de fonctionnement doit être spécifiée.

2.3.8 Niveau de secousses

$4\ 000 \pm 10$ secousses à $390\ \text{m/s}^2$ d'accélération crête dans chaque direction le long des trois axes perpendiculaires (voir 4.8.6).

Durée d'impulsion 6 ms.

2.3.9 Niveau de vibration

10 Hz à 55 Hz

0,75 mm de déplacement
(valeur crête)

55 Hz à 500 Hz

ou 55 Hz à 2 000 Hz
98,1 m/s 2 d'accélération
(valeur crête)

10 Hz à 55 Hz

1,5 mm de déplacement
(valeur crête)

55 Hz à 2 000 Hz

196,2 m/s 2 d'accélération
(valeur crête)

Sévérités de vibration aléatoires: à l'étude.

30 min dans chacun des trois axes perpendiculaires à 1 octave/min
(voir 4.8.7)

30 min dans chacun des trois axes perpendiculaires à 1 octave/min
(voir 4.8.7)

2.3.10 Niveau de choc

981 m/s 2 d'accélération crête pour une durée de 6 ms; trois chocs dans chaque direction le long des trois axes perpendiculaires (voir 4.8.8), l'impulsion demi-sinusoidale sauf indication contraire dans la spécification particulière.

2.3.11 Taux de fuite

$10^{-3}\ \text{Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-8}\ \text{mbar l/s}$).

2.4 Marquage

2.4.1 Les informations données pour le marquage sont sélectionnées de la liste suivante; l'importance relative de chaque donnée est indiquée par sa position dans la liste:

- 1) désignation du type comme défini dans la spécification particulière;
- 2) fréquence nominale en kHz ou MHz;

2.3.7 Climatic category

55/105/56

For requirements where the operating temperature range of the crystal unit is greater than -55°C to $+105^{\circ}\text{C}$, a climatic category consistent with the operating temperature range shall be specified.

2.3.8 Bump severity

$4\ 000 \pm 10$ bumps at $390\ \text{m/s}^2$ peak acceleration in each direction along three mutually perpendicular axes (see 4.8.6).

Pulse duration 6 ms.

2.3.9 Vibration severity

10 Hz to 55 Hz

0,75 mm displacement amplitude
(peak value)

30 min in each of three mutually
perpendicular axes at 1 octave/min
(see 4.8.7)

55 Hz to 500 Hz

or 55 Hz to 2 000 Hz

98,1 m/s^2 acceleration amplitude
(peak value)

30 min in each of three mutually
perpendicular axes at 1 octave/min
(see 4.8.7)

10 Hz to 55 Hz

1,5 mm displacement amplitude
(peak value)

55 Hz to 2 000 Hz

196,2 m/s^2 acceleration amplitude
(peak value)

Random vibration severities: under consideration.

2.3.10 Shock severity

$981\ \text{m/s}^2$ peak acceleration for 6 ms duration; three shocks in each direction along three mutually perpendicular axes (see 4.8.8), half sine pulse, unless otherwise stated in the detail specification.

2.3.11 Leak rate

$10^{-3}\ \text{Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-8}\ \text{mbar l/s}$).

2.4 Marking

2.4.1 The information given in the marking is selected from the following list; the relative importance of each item is indicated by its position in the list:

- 1) type designation as defined in the detail specification;
- 2) nominal frequency in kHz or MHz;

- 3) année et semaine de fabrication (quatre chiffres);
- 4) code d'identification d'usine;
- 5) nom du fabricant ou marque commerciale;
- 6) marque de conformité (à moins qu'un certificat de conformité ne soit utilisé).

2.4.2 Le résonateur à quartz doit être clairement marqué des données figurant en 1), 2) et 3) ci-dessus, et du plus grand nombre possible d'autres, si cela est considéré comme nécessaire. Toute duplication d'information dans le marquage du résonateur doit être évitée.

Lorsque la surface disponible des enveloppes de résonateurs miniatures impose des limites quant à la zone de marquage, les instructions pour le marquage doivent être données dans la spécification particulière.

2.4.3 L'emballage primaire contenant le ou les résonateurs doit être clairement marqué avec toutes les informations répertoriées en 2.4.1.

2.4.4 Tout marquage complémentaire doit être appliqué en évitant toute possibilité de confusion.

3 Procédures d'assurance de la qualité

Il existe deux méthodes pour l'assurance de la qualité des résonateurs à quartz: l'homologation et l'agrément de savoir-faire.

3.1 Etape initiale de fabrication

Selon 11.1.1 de la CEI QC 001002, l'étape initiale de fabrication est la finition de surface de la lame de quartz.

NOTE - La finition de surface de la lame de quartz peut être l'une des opérations suivantes: rodage, polissage, gravure, nettoyage, dans le cas des lames polies.

3.2 Modèles associables

L'association des modèles en vue de l'homologation, de l'agrément de savoir-faire et du contrôle de conformité de la qualité doit être prescrite dans la spécification intermédiaire concernée.

3.3 Sous-traitance

Les procédures doivent être en conformité avec 11.1.2 de la CEI QC 001002.

Cependant la finition de surface de la lame de quartz et tous les processus de fabrication qui suivent doivent être effectués par le fabricant auquel l'agrément a été accordé.

3.4 Agrément de fabricant

Pour obtenir cet agrément, le fabricant doit satisfaire aux exigences de 10.2 de la CEI QC 001002.

- 3) year and week (four digits) of manufacture;
- 4) factory identification code;
- 5) manufacturer's name or trade mark;
- 6) mark of conformity (unless a certificate of conformity is used).

2.4.2 The crystal units shall be clearly marked with 1), 2) and 3) above and with as many as possible of the remaining items as is considered necessary. Any duplication of information in the marking on the crystal unit should be avoided.

Where the available surface area of miniature crystal enclosures imposes practical limits on the amount of marking, instructions on the marking to be applied shall be given in the detail specification.

2.4.3 The primary package containing the crystal unit(s) shall be clearly marked with all the information listed in 2.4.1.

2.4.4 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

3 Quality assessment procedures

Two methods are available for the approval of quartz crystal units of assessed quality. They are qualification approval and capability approval.

3.1 Primary stage of manufacture

In accordance with 11.1.1 of IEC QC 001002, the primary stage of manufacture is the final surface finishing of the crystal element.

NOTE - The final surface finishing of the crystal element could be any of the following operations: lapping; polishing; etching; cleaning, in the case of polished plates.

3.2 Structurally similar components

The grouping of structurally similar components for the purpose of qualification approval, capability approval and quality conformance inspection shall be prescribed in the relevant sectional specification.

3.3 Subcontracting

These procedures shall be in accordance with 11.1.2 of IEC QC 001002.

However, the final surface finishing of the crystal elements and all subsequent processes shall be carried out by the manufacturer to whom approval has been granted.

3.4 Manufacturer's approval

To obtain manufacturer's approval the manufacturer shall meet the requirements of 10.2 of IEC QC 001002.

3.5 Procédures d'agrément

3.5.1 Généralités

Pour l'assurance de qualité des résonateurs à quartz, on peut utiliser soit l'agrément de savoir-faire, soit l'homologation. Ces procédures doivent être conformes à celles stipulées dans la CEI QC 001001 et la CEI QC 001002.

3.5.2 Agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire est approprié lorsque des résonateurs à quartz associables basés sur des règles de conception communes sont fabriqués selon un groupe de procédés de fabrication communs.

Dans le cadre de l'agrément de savoir-faire, trois catégories de spécifications particulières peuvent être mises en oeuvre.

1) Pour les composants pour agrément de savoir-faire (CQC)

La spécification particulière doit être établie pour chacun des composants avec l'accord de l'ONS. Elle doit identifier le but du CQC et inclure tous les niveaux de contraintes et limites d'essai le concernant.

2) Pour les produits sur catalogue

Quand un composant couvert par l'agrément de savoir-faire est destiné à être proposé en tant que produit sur catalogue, une spécification particulière doit être écrite en conformité avec la spécification particulière-cadre. De telles spécifications doivent être enregistrées par l'IECQ et le composant peut être introduit dans la CEI QC 001005: Liste des produits homologués.

3) Pour les résonateurs à quartz à la demande

Le contenu de la spécification particulière doit être établi par accord entre le fabricant et le client selon 11.7.4.2 de la CEI QC 001002.

On trouvera des informations complémentaires sur les spécifications particulières dans la spécification intermédiaire CEI 1178-2.

Le produit et les composants pour agrément de savoir-faire (CQC) subissent les essais en combinaison et selon l'agrément accordé à une entreprise sur la base des règles de conception validées, processus de fabrication et procédures de contrôle de qualité, comme prescrits en 3.6 et dans la spécification intermédiaire CEI 1178-2.

3.5.3 Homologation

L'homologation est appropriée pour les composants fabriqués selon une conception normalisée et un processus de fabrication établi, conformément à une spécification particulière publiée.

Le programme d'essais défini dans la spécification particulière pour un niveau de sévérité et une assurance de qualité appropriée s'applique directement au résonateur à homologuer comme prescrit en 3.7 et dans la spécification intermédiaire CEI 1178-3.

3.5 Approval procedures

3.5.1 General

To qualify a quartz crystal unit, either capability approval or qualification approval procedures may be used. These procedures conform to those stated in IEC QC 001001 and IEC QC 001002.

3.5.2 Capability approval

Capability approval is appropriate when structurally similar quartz crystal units based on common design rules, are fabricated, by a group of common processes.

Under capability approval detail specifications fall into the following three categories.

1) Capability qualifying components (CQCs)

A detail specification shall be prepared for each CQC as agreed with the NSI. It shall identify the purpose of the CQC and include all relevant stress levels and test limits.

2) Standard catalogue items

When a component covered by the capability approval procedure is intended to be offered as a standard catalogue item, a detail specification complying with the blank detail specification shall be written. Such specifications shall be registered by the IECQ and the component may be listed in IEC QC 001005: Qualified products list.

3) Custom built quartz crystal units

The content of the detail specification shall be determined by agreement between the manufacturer and the customer in accordance with 11.7.4.2 of IEC QC 001002.

Further information on detail specifications is contained in the sectional specification IEC 1178-2.

The product and capability qualifying components (CQCs) are tested in combination and approval given to a manufacturing facility on the basis of validated design rules, processes and quality control procedures. Further information is given in 3.6 and in the sectional specification IEC 1178-2.

3.5.3 Qualification approval

Qualification approval is appropriate for components manufactured to a standard design and established production process and conforming to a published detail specification.

The programme of tests defined in the detail specification for the appropriate assessment and severity level applies directly to the quartz crystal unit to be qualified, as prescribed in 3.7 and the sectional specification IEC 1178-3.

3.6 Procédures pour l'agrément de savoir-faire

3.6.1 Généralités

Les procédures pour l'agrément de savoir-faire doivent être conformes à la CEI QC 001002.

3.6.2 Aptitude à l'agrément de savoir-faire

Le fabricant doit satisfaire aux exigences de 11.1 de la CEI QC 001002 et à celles liées à l'étape initiale de fabrication définie en 3.1 de cette spécification générique.

3.6.3 Demande d'agrément de savoir-faire

Pour obtenir l'agrément de savoir-faire le fabricant doit appliquer les règles de procédures définies en 11.7 de la CEI QC 001002.

3.6.4 Obtention de l'agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire doit être accordé à un fabricant lorsque les procédures en conformité avec 11.7 de la CEI QC 001002 ont été effectuées avec succès.

3.6.5 Manuel de savoir-faire

Le contenu du manuel de savoir-faire doit être établi en conformité avec les exigences de la spécification intermédiaire. Le manuel de savoir-faire est un document confidentiel et doit être traité comme tel par l'ONS. Le fabricant peut, s'il le désire, en divulguer tout ou partie à une tierce personne.

3.7 Procédures pour l'homologation

3.7.1 Généralités

Les procédures pour l'homologation doivent être conformes à la CEI QC 001002.

3.7.2 Agrément du fabricant

Le fabricant doit satisfaire aux exigences de 11.1 de la CEI QC 001002 et à celles liées à l'étape initiale de fabrication définie en 3.1 de cette spécification générique.

3.7.3 Demande d'homologation

Pour obtenir l'homologation le fabricant doit appliquer les règles de procédures définies en 11.2 de la CEI QC 001002.

3.7.4 Obtention de l'homologation

L'homologation doit être accordée lorsque les procédures en conformité avec 11.3 de la CEI QC 001002 ont été effectuées avec succès.

3.7.5 Contrôle de conformité de la qualité

Les files d'essai pour le contrôle de conformité de la qualité doivent être prescrites dans la spécification particulière-cadre associée à la spécification intermédiaire.

3.6 Procedures for capability approval

3.6.1 General

The procedures for capability approval shall be in accordance with IEC QC 001002.

3.6.2 Eligibility for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of 11.1 of IEC QC 001002 and the primary stage of manufacture as defined in 3.1 of this generic specification.

3.6.3 Application for capability approval

In order to obtain capability approval the manufacturer shall apply the rules of procedure given in 11.7 of IEC QC 001002.

3.6.4 Granting of capability approval

Capability approval shall be granted when the procedures in accordance with 11.7 of IEC QC 001002 have been successfully completed.

3.6.5 Capability manual

The contents of the capability manual shall be in accordance with the requirements of the sectional specification. The NSI shall treat the capability manual as a confidential document. The manufacturer may, if he so wishes, disclose part or all of it to a third party.

3.7 Procedures for qualification approval

3.7.1 General

The procedures for qualification approval shall be in accordance with IEC QC 001002.

3.7.2 Eligibility for qualification approval

The manufacturer shall comply with the requirements of 11.1 of IEC QC 001002 and the primary stage of manufacture as defined in 3.1 of this generic specification.

3.7.3 Application for qualification approval

In order to obtain qualification approval the manufacturer shall apply the procedures given in 11.2 of IEC QC 001002.

3.7.4 Granting of qualification approval

Qualification approval shall be granted when the procedures in accordance with 11.3 of IEC QC 001002 have been successfully completed.

3.7.5 Quality conformance inspection

The blank detail specification associated with the sectional specification shall prescribe the test schedule for quality conformance inspection.

3.8 Méthodes d'essai

Les méthodes d'essai à utiliser doivent être choisies dans la spécification générique. Au cas où un essai prescrit ne s'y trouverait pas, il est nécessaire de le définir dans la spécification particulière.

3.9 Exigences de sélection

Quand la sélection par le client est requise, cela doit être spécifié dans la spécification particulière.

3.10 Travaux de retouche et de réparation

3.10.1 Retouche

La retouche est la correction d'un défaut dû à une erreur dans le processus de fabrication; elle ne doit pas être effectuée si la spécification intermédiaire l'interdit. La spécification intermédiaire doit indiquer s'il y a une restriction quant au nombre de fois où une retouche peut être effectuée sur un composant spécifique.

Toute retouche doit être effectuée avant la formation du lot de contrôle présenté pour l'exécution des contrôles prescrits dans la spécification particulière.

Les procédures de retouche doivent être entièrement décrites dans les documents concernés du fabricant et doivent être effectuées sous la responsabilité directe du contrôleur. La sous-traitance des retouches n'est pas autorisée.

3.10.2 Réparation

La réparation est la correction d'un défaut décelé sur un composant après livraison au client.

Les composants qui ont été réparés ne peuvent plus être considérés comme étant représentatifs de la production du fabricant et sont exclus du système IECQ.

3.11 Rapports certifiés d'essai

Les exigences de l'article 14 de la CEI QC 001002 s'appliquent. Lorsque les rapports certifiés d'essais (RCE) sont exigés dans la spécification intermédiaire pour l'homologation et sont demandés par le client, les résultats des essais spécifiés doivent être condensés.

3.12 Livraison différée

Les résonateurs à quartz conservés au-delà de deux ans après avoir été acceptés doivent subir à nouveau les essais électriques détaillés en 4.7.1 et 4.7.3 et inclure un échantillon essayé comme indiqué au point 1) de 4.8.3 avant de pouvoir être livrés.

3.13 Acceptation pour livraison

Les résonateurs à quartz doivent être acceptés en conformité avec 12.5 de la CEI QC 001002.

3.8 *Test procedures*

The test procedures to be used shall be selected from this generic specification. If any required test is not included then it shall be defined in the detail specification.

3.9 *Screening requirements*

Where screening is required by the customer for quartz crystal units this shall be specified in the detail specification.

3.10 *Rework and repair work*

3.10.1 *Rework*

Rework is the rectification of processing errors and shall not be carried out if prohibited by the sectional specification. The sectional specification shall state if there is a restriction on the number of occasions that rework may take place on a specific component.

All rework shall be carried out prior to the formation of the inspection lot offered for inspection to the requirements of the detail specification.

Such rework procedures shall be fully described in the relevant documentation produced by the manufacturer and shall be carried out under the direct control of the chief inspector. Sub-contracting of rework is not permitted.

3.10.2 *Repair work*

Repair work is the correction of defects in a component after release to the customer.

Components that have been repaired can no longer be considered as representative of the manufacturer's production and may not be released under the IECQ System.

3.11 *Certified test records*

The requirements of clause 14 of IEC QC 001002 shall apply. When certified test records are prescribed in the sectional specification for qualification approval and are requested by the customer the results of the specified tests shall be summarized.

3.12 *Delayed delivery*

Crystal units held for a period exceeding two years following acceptance inspection shall be reinspected for the electrical tests detailed in 4.7.1 and 4.7.3, with a sample tested as described in item 1) of 4.8.3, prior to release.

3.13 *Release for delivery*

Quartz crystal units shall be released in accordance with 12.5 of IEC QC 001002.

3.14 Paramètres non destinés au contrôle

Seuls les paramètres d'un composant, spécifiés dans la spécification particulière et qui ont été vérifiés, peuvent être considérés comme étant dans les limites spécifiées. On ne peut assurer qu'un paramètre non spécifié restera inchangé d'un composant à un autre. S'il apparaît nécessaire, pour une raison quelconque, qu'un paramètre supplémentaire soit vérifié, une nouvelle spécification, élargie, doit être utilisée. Les méthodes d'essai complémentaires doivent être entièrement décrites et les limites appropriées, NQA et niveau de contrôle spécifiés.

4 Procédures d'essai et de mesure

4.1 Généralités

Les procédures d'essai et de mesure doivent être effectuées en conformité avec la spécification particulière applicable.

4.2 Autres méthodes d'essai

Les mesures doivent être de préférence réalisées suivant les méthodes spécifiées. Toute autre méthode, donnant des résultats équivalents, peut être utilisée, sauf en cas de désaccord.

NOTE - «Equivalent» signifie que la valeur de la caractéristique, obtenue par une telle méthode correspond, aux tolérances spécifiées près, à celle obtenue par la méthode spécifiée.

4.3 Précision de mesure

Les limites données dans la spécification particulière sont les valeurs vraies. Les incertitudes de mesure doivent être prises en compte pour l'examen des résultats. Les précautions sont prises pour réduire au minimum les erreurs de mesure.

4.4 Conditions normales d'essai

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués sous conditions atmosphériques normales, comme spécifié en 5.3 de la CEI 68-1.

Température	15 °C à 35 °C
Humidité relative	45 % à 75 %
Pression atmosphérique	86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar)

En cas de litige, les conditions de référence sont:

Température	25 °C ± 1 °C
Humidité relative	48 % à 52 %
Pression atmosphérique	86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar)

Avant d'effectuer les mesures, les résonateurs à quartz doivent être stockés à la température de mesure pendant le temps suffisant pour que la lame de quartz ait atteint cette température.

Les conditions de reprise et les conditions normales pour le séchage sont données en 5.4 de la CEI 68-1.

3.14 Unchecked parameters

Only those parameters of a component which have been specified in a detail specification and which were subject to testing can be assumed to be within the specified limits. It should not be assumed that any parameter not specified will remain unchanged from one component to another. Should it be necessary for further parameters to be controlled, then a new, more extensive, detail specification should be used. Any additional test method(s) shall be fully described and appropriate limits, AQLs and inspection levels specified.

4 Test and measurement procedures

4.1 General

The test and measurement procedures shall be carried out in accordance with the relevant detail specification.

4.2 Alternative test methods

Measurements shall preferably be carried out using the methods specified. Any other method giving equivalent results may be used except in case of dispute.

NOTE - By "equivalent" it is meant that the value of the characteristic established by such other method falls within the specified limits when measured by the specified method.

4.3 Precision of measurement

The limits given in detail specifications are true values. Measurement inaccuracies shall be taken into account when evaluating the results. Precautions should be taken to reduce measurement errors to a minimum.

4.4 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the standard atmospheric conditions for testing as specified in 5.3 of IEC 68-1.

Temperature	15 °C to 35 °C
Relative humidity	45 % to 75 %
Air pressure	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar)

In case of dispute, the referee conditions are:

Temperature	25 °C ± 1 °C
Relative humidity	48 % to 52 %
Air pressure	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar)

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

Controlled recovery conditions and standard conditions for assisted drying are given in 5.4 of IEC 68-1.

La température ambiante relevée pendant les mesures doit être enregistrée et consignée dans le rapport d'essai.

4.5 *Inspection visuelle*

Sauf spécification contraire, l'inspection visuelle externe doit être faite dans les conditions normales d'éclairage et de vision du laboratoire.

4.5.1 *Inspection visuelle essai A*

Le résonateur doit être examiné à l'oeil nu, pour vérifier que sa fabrication et sa finition sont satisfaisants. Le marquage doit être lisible.

4.5.2 *Inspection visuelle essai B*

Le résonateur doit être examiné sous un appareil d'optique de grossissement 10. On ne doit pas constater de fêlure dans le verre, ni de dégradation sur les sorties. Une écaille sur le bord d'un ménisque n'est pas considérée comme une fêlure.

4.5.3 *Inspection visuelle essai C*

Le résonateur doit être examiné à l'oeil nu; on ne doit pas observer de trace de corrosion, ou d'autre défaut préjudiciable à un emploi satisfaisant. Le marquage doit être lisible.

4.6 *Inspection dimensionnelle et de mesure*

4.6.1 *Dimensions essai A*

Les dimensions, l'espacement, et l'alignement des sorties doivent être contrôlés, en utilisant, si possible, les calibres spécifiés dans la CEI 122-3. Les dimensions, l'espacement et l'alignement doivent être conformes aux valeurs spécifiées.

4.6.2 *Dimensions essai B*

Les dimensions doivent être mesurées et conformes aux valeurs spécifiées. Les dimensions sont spécifiées dans la CEI 122-3 ainsi que la procédure de mesurage applicable ou suivant indication dans la spécification particulière.

4.7 *Procédures d'essais électriques*

4.7.1 *Fréquence et résistance de résonance*

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les mesures doivent être faites à $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pour les résonateurs à température non contrôlée ou au point milieu de la gamme de températures, à $\pm 1^{\circ}\text{C}$ près, pour les résonateurs à température contrôlée.

La fréquence et la résistance de résonance du résonateur doivent être mesurées suivant les conditions indiquées dans la spécification particulière, et doivent se situer dans les limites spécifiées.

NOTE - Les méthodes de mesure préférentielles sont décrites dans la CEI 444-1, la CEI 444-2, la CEI 444-3, la CEI 444-4 et la CEI 302 selon la fréquence du résonateur à quartz à mesurer. Toute autre méthode de mesure peut être utilisée, à condition de prouver que les résultats obtenus se corrélatent avec ceux obtenus par l'une des méthodes préférentielles.

The ambient temperature during the measurements shall be recorded and stated in the test report.

4.5 Visual inspection

Unless otherwise specified, external visual examination shall be performed under normal factory lighting and visual conditions.

4.5.1 Visual Test A

The crystal unit shall be visually examined to ensure that the condition, workmanship and finish are satisfactory. The marking shall be legible.

4.5.2 Visual Test B

The crystal unit shall be visually examined under $\times 10$ magnification. There shall be no cracks in the glass or damage to the terminations. Minute flacking around the feather edge of a meniscus shall not be considered a crack.

4.5.3 Visual Test C

The crystal unit shall be visually examined. There shall be no corrosion or other deterioration likely to impair satisfactory operation. The marking shall be legible.

4.6 Dimensioning and gauging procedures

4.6.1 Dimensions, Test A

The dimensions, spacing and alignment of the terminations shall be checked, where appropriate, using the gauges specified in IEC 122-3. The dimensions, spacing and alignment shall comply with the specified values.

4.6.2 Dimensions, Test B

The dimensions shall be measured and they shall comply with the specified values. Dimensions are specified in IEC 122-3 together with the gauging procedure as appropriate or as specified in the detail specification.

4.7 Electrical test procedures

4.7.1 Frequency and resonance resistance

Unless otherwise defined in the detail specification, the measurements shall be carried out at $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for non-temperature controlled crystal units; or at the mid-point of the temperature range $\pm 1^{\circ}\text{C}$ for temperature controlled units.

The frequency and resonance resistance of the crystal unit shall be measured under the conditions stated in the detail specification and be within the specified limits.

NOTE - Preferred methods of measurement are described in IEC 444-1, IEC 444-2, IEC 444-3, IEC 444-4 and IEC 302 depending on the frequency of the crystal unit under test. Any other measurement method may be used provided the results correlate with those obtained using the preferred methods.

4.7.2 Influence du niveau d'excitation

Il est important, lorsqu'un essai d'influence du niveau d'excitation est spécifié, que celui-ci soit effectué au moins cinq jours après le dernier essai électrique sur le résonateur à quartz.

Les mesures spécifiées en 4.7.1 doivent être effectuées à deux niveaux d'excitation donnés. Celles-ci sont normalement à un niveau bas d'excitation, suivi d'un niveau haut. Sauf indication contraire, le niveau bas ne doit pas être supérieur à 50 µA et le niveau haut ne doit pas être inférieur à 1 000 µA. Le changement de la résistance de résonance ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans la spécification particulière.

4.7.3 Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température

NOTE - Les essais A et B peuvent être associés, à condition que l'essai A s'effectue en température variable, continue et commence à la plus basse des deux températures: température minimum de la gamme de températures de fonctionnement, ou -30 °C (en choisissant la température la plus basse d'entre elles).

Le niveau d'excitation et la capacité de charge doivent être relevés comme indiqué dans la spécification particulière, à la température de référence. On ne doit pas effectuer de réglage sur le banc de mesure pendant les essais.

Essai A

A partir d'une température extrême de la gamme de températures de fonctionnement, la fréquence et les résistances de résonance du résonateur à quartz (voir 4.7.1) doivent être mesurées dans toute la gamme de températures de fonctionnement, au moins tous les 1,5 °C, en s'assurant que le résonateur à quartz est à l'équilibre thermique à chaque mesure.

Le résonateur peut être mesuré en température variable, à condition que la vitesse de changement de la température soit telle que les mesures obtenues suivant cette méthode et celles des paliers stabilisés soient corrélates.

Le résonateur doit être dans les limites spécifiées pendant cet essai.

Essai B

La température de l'enveloppe du résonateur à quartz doit être élevée de -30 °C à +20 °C pendant au plus 1 min. Pendant cet essai, la fréquence et la résistance de résonance (voir 4.7.1) doivent être mesurées de -10 °C ou moins, à +20 °C pour assurer les lectures continues. Il ne doit pas se produire de variations discontinues de la fréquence et/ou de la résistance. Une discontinuité de la fréquence et/ou de la résistance met en évidence la présence d'humidité dans l'enveloppe.

NOTE - La présence d'humidité ne peut être vérifiée que par un changement positif de la température.

4.7.4 Réponses indésirables

La fréquence doit être balayée suivant la gamme définie dans la spécification particulière, et on vérifie la résistance du résonateur au niveau d'excitation défini par la spécification particulière pour la réponse principale.

4.7.2 Drive level dependency

It is important that when a drive level dependency test is specified, this test shall be carried out at least five days after any previous activation of the crystal unit.

Measurements specified in 4.7.1 shall be carried out at two specified drive levels. These are normally at a specified low level of drive followed by a high level of drive. Unless otherwise specified, the low level shall be not more than 50 μ A and the upper level not less than 1 000 μ A. The change of resonance resistance shall not exceed the limit specified in the detail specification.

4.7.3 Frequency and resonance resistance as a function of temperature

NOTE - Tests A and B may be combined only if Test A is performed with continuously varying temperature, and is started at the lower extreme of the operating temperature range or -30°C , whichever is the lower.

The level of drive and load capacitance shall be set at the levels stated in the detail specification, at the reference temperature. No subsequent adjustment shall be made to the test equipment during the tests.

Test A

Starting with the crystal unit at an extreme of the operating temperature range, the frequency and resonance resistance (see 4.7.1) shall be measured over the specified temperature range at discrete temperature intervals of not greater than $1,5^{\circ}\text{C}$, allowing the crystal unit to reach thermal equilibrium at each temperature.

The crystal unit may be measured under conditions of continuously varying temperature, provided that tests have shown that with the chosen rate of change of temperature, the results obtained will correlate adequately with those from a stepped variation of temperature.

The crystal unit shall be within the specified limits during this test.

Test B

The temperature of the crystal enclosure shall be raised from -30°C to $+20^{\circ}\text{C}$ in a period not exceeding 1 min. During this test, the frequency and the resonance resistance (see 4.7.1) shall be measured from -10°C , or below, to $+20^{\circ}\text{C}$, so as to provide continuous readings. There shall be no discontinuous variation in frequency and/or resistance. Such discontinuities indicate the presence of moisture within the enclosure.

NOTE - The presence of moisture can be verified only by a positive temperature change.

4.7.4 Unwanted responses

The frequency shall be scanned over the range stated in the detail specification while monitoring the resistance of the crystal unit at the drive level stated in the detail specification for the main response.

Le rapport entre la résistance de résonance de toute réponse indésirable et la résistance à la fréquence de résonance désirée ne doit pas être inférieur à la valeur spécifiée dans la spécification particulière. Ou bien, la résistance de résonance des réponses indésirables doit être supérieure à celle spécifiée dans la spécification particulière.

4.7.5 Capacité parallèle

La capacité parallèle C_o (voir figure 1) doit être mesurée à une fréquence inférieure à la fréquence de résonance du composant, à laquelle il n'y a pas de réponse d'oscillation. L'enveloppe, si elle est métallique, doit être reliée à la masse, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

NOTE - Il n'y a pas de méthode directe pour mesurer avec précision C_o . Cependant, pratiquement présente dans tous les cas, il convient de considérer C_o comme étant la moyenne des deux valeurs de capacité parallèle obtenues à deux fréquences équidistantes, en dessus et en dessous de la fréquence de résonance f_r , et suffisamment éloignées de f_r pour que l'impédance soit indépendante de toute réponse.

C_o est la capacité parallèle entre les deux électrodes du résonateur à quartz, mais il convient de remarquer que la capacité entre chacune des électrodes et la masse sont des éléments importants pour de nombreuses applications dans les réseaux de la commande de la fréquence.

C'est pourquoi, dans le cas général, il est nécessaire de considérer le résonateur comme un tripôle, et d'évaluer C_o et les capacités parasites des deux électrodes par rapport à la masse du circuit ouvert et court circuit, conformément aux techniques de mesure généralement employées pour les dipôles.

L'enveloppe du résonateur doit être reliée à la masse, sauf indication contraire dans la spécification particulière, pendant toutes les mesures nécessaires pour évaluer les paramètres du résonateur à quartz. Dans ce but, les résonateurs avec enveloppe en verre doivent être équipés d'un blindage métallique.

4.7.6 Fréquence et résistance avec charge

Les méthodes d'essai pour les mesures de fréquence et de résistance à la charge, sont décrites dans la CEI 444-4.

4.7.7 Plage de décalage de fréquence (f_{L1}, f_{L2})

L'écart entre les fréquences de résonance obtenues avec deux valeurs de capacité de charge données, doit être déterminé par la méthode décrite dans la CEI 444-4, ou toute autre méthode donnant une corrélation correcte sur les valeurs de fréquence, compatible avec la précision requise.

4.7.8 Paramètres dynamiques

Les méthodes d'essais pour les paramètres dynamiques sont décrites dans la CEI 444-1 et la CEI 444-2.

4.7.9 Résistance d'isolement

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la résistance d'isolement doit être mesurée avec une tension continue de $100 \text{ V} \pm 15 \text{ V}$ appliquée pendant 60 s ou moins si la mesure est stable entre:

- les sorties isolées de l'enveloppe;
- les sorties isolées reliées entre elles, et les parties métalliques éventuelles de l'enveloppe.

The ratio of the resonance resistance of any unwanted response to that of the response at the desired resonance frequency shall not be less than the value stated in the detail specification. Alternatively, the resonance resistance of unwanted responses shall be greater than the value stated in the detail specification.

4.7.5 *Shunt capacitance*

The shunt capacitance C_o (see figure 1) shall be measured at a frequency below the fundamental resonance frequency of the unit, at which the unit shows no oscillation response. The enclosure (if metal) shall be earthed, unless otherwise stated in the detail specification.

NOTE – There is no direct method for measuring C_o precisely. However, in nearly all practical cases it is adequate to regard C_o as the mean of two shunt capacitance values obtained at two frequencies equidistant above and below the resonance frequency f_r and sufficiently removed from f_r for the impedance to be independent of any response.

C_o is the shunt capacitance between the two electrodes of the resonator but it should be pointed out that the capacitances of both the electrodes to earth are important elements in many network and frequency control applications.

Therefore, in the general case, it is necessary to consider the crystal unit as a three terminal network and to evaluate C_o and the stray capacitances of the two electrodes to earth from open and short circuit measurements according to the technique customarily employed when dealing with two-port devices.

The crystal enclosures shall be at earth potential, unless otherwise specified in the detail specification, during the entire series of measurements required for evaluation of the resonator parameters. For this purpose glass-enclosed crystal units shall be provided with metal shields.

4.7.6 *Load resonance frequency and resistance*

Test methods for the measurement of load resonance frequency and load resonance resistance are described in IEC 444-4.

4.7.7 *Frequency pulling range (f_{L1}, f_{L2})*

The difference between the resonance frequencies with the two specified load capacitances shall be determined using the method described in IEC 444-4 or any alternative method giving frequency correlation to a degree consistent with the accuracy required.

4.7.8 *Motional parameters*

Test methods for the measurement of motional parameters are described in IEC 444-1 and IEC 444-2.

4.7.9 *Insulation resistance*

Unless otherwise stated in the detail specification, the insulation resistance shall be measured with a d.c. voltage of $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$ for 60 s or less if a stable reading is achieved, applied between:

- terminations isolated from the case;
- isolated terminations connected together and metal parts of the case, if any.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à $500 \text{ M}\Omega$.

NOTE - Lors de l'exécution de cet essai, il convient de faire très attention de s'assurer qu'aucune humidité ne subsiste au sein de l'enveloppe d'un essai précédent.

4.8 Méthodes d'essai mécaniques et en environnement

4.8.1 Robustesse des sorties (destructif)

1) Essai de traction et poussée des sorties

L'essai doit être effectué suivant les essais Ua_1 (traction) et Ua_2 (poussée) de la CEI 68-2-21.

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la force doit être de:

- pour une broche (enfichable): 20 N en poussant;
- pour une broche (enfichable): 20 N en tirant;
- pour un fil (à braser): 10 N en tirant.

2) Pliage sur les sorties par fil

L'essai doit être effectué suivant l'essai Ub (pliage) de la CEI 68-2-21.

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, on doit effectuer trois fois le pliage à $2,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de l'enveloppe du résonateur, avec une force de 5 N.

3) Essai de pliage (pour les broches à gorge seulement)

Maintenir l'enveloppe ou l'embase du résonateur par tout moyen approprié. Utiliser l'outil de pliage décrit à la figure 3, et engager la partie inférieure à la gorge des sorties.

NOTE - Pour s'assurer que le pliage s'effectue principalement sur la partie comportant la gorge, une cale avec deux trous pour les sorties peut être utilisée. Cette cale peut être d'une épaisseur telle qu'une partie de la gorge des sorties y soit incluse.

Plier les sorties au moyen de l'outil à $15^\circ \pm 2^\circ$ dans une direction, suivi par un pliage à $30^\circ \pm 2^\circ$ dans la direction opposée et terminer par un pliage à $15^\circ \pm 2^\circ$ pour revenir à la position initiale. La vitesse de pliage est d'environ 5° par seconde dans chaque direction.

Au terme de cet essai, on ne doit pas constater de cassures des sorties.

4.8.2 Essais d'étanchéité (non destructifs)

1) Essai de grosses fuites

Cet essai doit être effectué suivant la procédure décrite dans la CEI 68-2-17, essai Qc, méthode 1 ou 2.

Méthode 1

Le liquide doit être de l'eau dégazée et la pression de l'air à la surface de l'eau doit être de 8,5 kPa (85 mbar) ou moins, et il n'est pas nécessaire de retirer les échantillons de l'eau avant de casser le vide.