

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61178-2

QC 680100

Première édition
First edition
1993-03

**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**

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

**Part 2:
Sectional specification – Capability approval**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61178-2: 1993

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61178-2

QC 680100

Première édition
First edition
1993-03

**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**

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

**Part 2:
Sectional specification – Capability approval**

© 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	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
2 Valeurs préférentielles et guide pour les spécifications particulières	10
2.1 Caractéristiques et valeurs préférentielles	10
2.2 Informations à formuler dans les spécifications particulières (aussi bien pour les produits standard sur catalogue que ceux à la demande)	10
3 Agrément de savoir-faire	12
3.1 Aptitude à l'agrément de savoir-faire	12
3.2 Règles d'association	12
3.3 Procédures d'agrément de savoir-faire	12
3.4 Manuel de savoir-faire	14
3.5 Composants pour agrément de savoir-faire (CQC)	16
3.6 Exigences de contrôle pour les CQC	18
3.7 Programme pour agrément de savoir-faire	18
3.8 Rapport d'agrément de savoir-faire	18
3.9 Description sommaire de l'agrément de savoir-faire	20
3.10 Modifications susceptibles d'affecter l'agrément de savoir-faire	20
3.11 Obtention de l'agrément de savoir-faire	20
3.12 Maintien de l'agrément de savoir-faire	50
3.13 Retouches et réparations	52
3.14 Contrôle de la conformité de la qualité	52
3.15 Procédés de sélection	54
4 Méthodes d'essais et de mesure	54
ANNEXES	
A Exemple d'une description sommaire d'agrément de savoir-faire	56
B Présentation de la page de garde d'une spécification de CGC pour contrôle de procédé	58
C Présentation de la page de garde d'une spécification de CQC pour démontrer une limite	60

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
2 Preferred ratings and guidance on detail specifications	11
2.1 Preferred ratings and characteristics	11
2.2 Information to be prescribed in detail specifications (for both custom-built and standard catalogue items)	11
3 Capability approval	13
3.1 Eligibility for capability approval	13
3.2 Structural similarity	13
3.3 Procedures for capability approval	13
3.4 Capability manual	15
3.5 Capability qualifying components (CQCs)	17
3.6 Inspection requirements for CQCs	19
3.7 Programme for capability approval	19
3.8 Capability approval report	19
3.9 Abstract of description of capability	21
3.10 Modifications likely to affect the capability approval	21
3.11 Initial capability approval	21
3.12 Maintenance of capability approval	51
3.13 Rework and repair work	53
3.14 Quality conformance inspection	53
3.15 Screening procedures	55
4 Test and measurement procedures	55
ANNEXES	
A Example layout of an abstract of description of capability	57
B Layout of the front page of a CQC specification for process control	59
C Layout of the front page of a CQC specification to demonstrate a boundary or limit	61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**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**

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 1178-2 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.

Elle forme la partie 2 des spécifications dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) pour les résonateurs à quartz et constitue la spécification intermédiaire – Agrément de savoir-faire.

La CEI 1178-1 constitue la spécification générique.

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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**QUARTZ CRYSTAL UNITS – A SPECIFICATION
IN THE IEC QUALITY ASSESSMENT SYSTEM
FOR ELECTRONIC COMPONENTS (IECQ)****Part 2: Sectional specification –
Capability approval**

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.

This International Standard IEC 1178-2 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.

It forms part 2 of the specifications in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) for quartz crystal units and constitutes the sectional specification – Capability approval.

IEC 1178-1 forms the generic specification.

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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
49(BC)227	49(BC)242

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).

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61178-2:1993

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

DIS	Report on Voting
49(CO)227	49(CO)242

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).

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61178-2:1993

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

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente partie de la CEI 1178 s'applique à des résonateurs à quartz fabriqués à la demande ou articles standards sur catalogue dont la qualité est évaluée sur la base de l'agrément de savoir-faire.

Elle prescrit les caractéristiques et valeurs préférentielles, accompagnées des essais appropriés et des méthodes de mesure contenus dans la spécification générique CEI 1178-1. Par ailleurs, y figurent les exigences de performance générales qui doivent être employées dans les spécifications particulières pour les résonateurs à quartz.

Le concept de valeurs préférentielles est directement applicable aux articles standards sur catalogue mais ne s'applique pas nécessairement aux produits fabriqués à la demande.

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 68, *Essais d'environnement**

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*

CEI 1178-1: 1993, *Résonateurs à quartz – Spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Partie 1: Spécification générique*

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)*

* La référence ci-dessus s'applique à l'édition de référence et aux conditions d'essai des articles applicables de la spécification générique (CEI 1178-1).

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

Part 2: Sectional specification – Capability approval

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 1178 applies to quartz crystal units manufactured as custom-built products or as standard catalogue items and whose quality is assessed on the basis of capability approval.

It prescribes the preferred ratings and characteristics, with the appropriate tests and measuring methods contained in the generic specification IEC 1178-1 and gives general performance requirements to be used in detail specifications for quartz crystal units.

The concept of preferred values is directly applicable to standard catalogue items but does not necessarily apply to custom-built products.

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 68, *Environmental testing**

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

IEC 1178-1: 1993, *Quartz crystal units – A specification in the IEC Quality Assessment System for electronic components (IECQ) – Part 1: Generic specification*

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

IEC QC 001005: 1992, *Qualified Products List*

* The above reference applies to the edition mentioned and the applicable test clauses of the generic specification (IEC 1178-1).

2 Valeurs préférentielles et guide pour les spécifications particulières

2.1 Caractéristiques et valeurs préférentielles

Les valeurs données dans les spécifications particulières seront choisies de préférence parmi celles figurant en 2.3 de la spécification générique, CEI 1178-1.

2.2 Informations à formuler dans les spécifications particulières (aussi bien pour les produits standard sur catalogue que ceux à la demande)

Un guide pour la rédaction des spécifications particulières est donné par la spécification particulière-cadre CEI 1178-2-1.

Pour les articles standard sur catalogue, chaque spécification particulière doit stipuler tous les essais et mesures nécessaires au contrôle. Ceci inclut au minimum d'y voir figurer les essais correspondants donnés dans la spécification particulière-cadre, avec les méthodes et les sévérités.

Les informations suivantes doivent être données dans chaque spécification particulière.

2.2.1 Dessin d'encombrement et dimensions

La spécification particulière doit comprendre un dessin dimensionnel du résonateur et/ou la référence à une norme internationale appropriée afin d'en faciliter sa reconnaissance et d'apporter les informations nécessaires aux procédures de dimensions et de mesures.

Les dimensions doivent inclure les dimensions complètes de l'enveloppe du composant, ainsi que la taille et l'écartement des sorties. Toutes les dimensions doivent être portées en millimètres.

Les connexions des sorties doivent être précisées pour les enveloppes en comportant plus de deux.

Quand une spécification particulière couvre plus d'une enveloppe, les dimensions et leurs tolérances associées doivent être présentées sur un tableau au-dessous du dessin.

Quand la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit mentionner les informations dimensionnelles nécessaires pour décrire le résonateur à quartz de façon adéquate.

2.2.2 Marquage

La spécification particulière doit décrire le contenu du marquage du résonateur à quartz et de l'emballage de base selon 2.4 de la spécification générique CEI 1178-1.

2.2.3 Informations pour la commande

La spécification particulière doit préciser que les informations suivantes sont nécessaires à la commande du résonateur:

- 1) la quantité;
- 2) le numéro de spécification particulière, le numéro d'édition et la date, et si ces données sont applicables;

2 Preferred ratings and guidance on detail specifications

2.1 Preferred ratings and characteristics

The values given in detail specifications shall preferably be selected from those stated in 2.3 of the generic specification IEC 1178-1.

2.2 Information to be prescribed in detail specifications (for both custom-built and standard catalogue items)

Guidance on the preparation of detail specifications is given in the blank detail specification IEC 1178-2-1.

For standard catalogue items, each detail specification shall state all the tests and measurements required for inspection. This shall, as a minimum, include the relevant tests given in the blank detail specification, with methods and severities.

The following information shall be given in each detail specification.

2.2.1 Outline drawing and dimensions

The detail specification shall include a dimensional drawing of the crystal unit, and/or reference to an appropriate international standard, in order to permit easy recognition and to provide information for dimensioning and gauging procedures.

The dimensions shall include the overall dimensions of the body of the component and the size and spacing of the leads. All dimensions shall be stated in millimetres.

Lead connections shall be identified for enclosures with more than two leads.

When a detail specification covers more than one enclosure, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

When the configuration is other than described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the crystal unit.

2.2.2 Marking

The detail specification shall prescribe the content of the marking on the crystal unit and on the primary package in accordance with 2.4 of the generic specification IEC 1178-1.

2.2.3 Ordering information

The detail specification shall prescribe that the following information is required when ordering a crystal unit:

- 1) quantity;
- 2) detail specification number, issue number and date, and where applicable:

- 3) la fréquence nominale en kHz ou MHz et l'ordre du partiel;
- 4) le type de l'enveloppe;
- 5) la ou les tolérances de la fréquence et la gamme de températures de fonctionnement;
- 6) le circuit de fonctionnement;
- 7) la description complète de toutes autres exigences.

2.2.4 Informations supplémentaires (non soumises au contrôle)

La spécification particulière peut inclure des informations que la procédure de contrôle n'exige pas normalement de vérifier, comme le schéma de fonctionnement, les courbes, les schémas et notes nécessaires à la clarification.

3 Agrément de savoir-faire

3.1 Aptitude à l'agrément de savoir-faire

Avant de faire une demande d'agrément de savoir-faire, un fabricant doit obtenir l'agrément de fabricant conformément à 11.1 de la CEI QC 001002.

L'étape initiale de fabrication doit être fixée comme défini en 3.1 de la spécification générique CEI 1178-1.

3.2 Règles d'association

Il y a possibilité d'association quand l'un ou plusieurs des traits suivants sont communs à une gamme de résonateurs à quartz:

- matériaux, méthodes de fermeture et gamme de dimensions de l'enveloppe;
- conception et procédé de fabrication du résonateur.

3.3 Procédures d'agrément de savoir-faire

3.3.1 Généralités

L'agrément de savoir-faire pour la technologie du résonateur à quartz comprend:

- l'ensemble des paramètres de réalisation, les techniques de fabrication et de préparation de matériaux, y compris les procédures d'essais et de contrôle;
- les limites de performances énoncées pour les procédés et produits, c'est-à-dire ceux spécifiés pour les composants pour agrément de savoir-faire (CQC);
- la gamme des structures mécaniques pour laquelle l'approbation est accordée.

3.3.2 Demande d'agrément de savoir-faire

Afin d'obtenir l'agrément de savoir-faire, le fabricant doit appliquer les règles de procédure données dans la CEI QC 001002.

Dans une demande d'agrément de savoir-faire, le fabricant doit définir les limites du savoir-faire pour lequel il demande l'agrément conformément au 3.5 de la présente spécification.

- 3) nominal frequency in kHz or MHz and overtone order;
- 4) enclosure type;
- 5) frequency tolerance(s) and operating temperature range;
- 6) circuit condition;
- 7) full description of any additional requirements.

2.2.4 *Additional information (not for inspection purposes)*

The detail specification may include information which is not normally required to be verified by the inspection procedure, such as circuit diagrams, curves, drawings and notes needed for clarification.

3 **Capability approval**

3.1 *Eligibility for capability approval*

Prior to making an application for capability approval a manufacturer shall first obtain manufacturer's inspection approval in accordance with 11.1 of IEC QC 001002.

The primary stage of manufacture shall be as defined in 3.1 of the generic specification IEC 1178-1.

3.2 **Structural similarity**

A structural similarity exists where a range of crystal units incorporates one or more of the following features in common:

- materials, methods of sealing and agreed dimensional range for the enclosure;
- crystal design and crystal processing.

3.3 *Procedures for capability approval*

3.3.1 *General*

Capability approval in quartz crystal technology covers:

- the complete design, material preparation and manufacturing techniques, including control procedures and tests;
- the performance limits claimed for the process and products, that is, those specified for the capability qualifying components (CQCs);
- the range of mechanical structures for which approval is granted.

3.3.2 *Application for capability approval*

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

In an application for capability approval the manufacturer shall define the boundaries of the capability for which approval is sought in accordance with 3.5 of this specification.

3.3.3 Accord de l'agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire doit être accordé au fabricant quand celui-ci aura:

- préparé un manuel d'agrément de savoir-faire décrivant le savoir-faire pour lequel il demande l'agrément, en accord avec l'ONS;
- obtenu l'approbation de l'ONS sur la gamme de CQC, selon la définition de 11.7.2 de la CEI QC 001002 qu'il convient d'employer pour l'évaluation du savoir-faire;
- démontré avec succès qu'il peut concevoir et fabriquer des composants qui soient à même de satisfaire les exigences de cette spécification intermédiaire, dans la limite de son savoir-faire;
- préparé un rapport d'essais pour agrément de savoir-faire à la satisfaction de l'ONS.

3.4 Manuel de savoir-faire

Le fabricant doit préparer un manuel décrivant son savoir-faire (voir 11.7.3.2 de la CEI QC 001002), en accord avec les technologies impliquées.

Le manuel doit être approuvé par l'ONS qui garantira qu'il constitue un énoncé vrai et complet des procédés utilisés par le fabricant pour la conception de la production, des essais, le contrôle et la recette de ses produits. Ce manuel doit être considéré comme un document «confidentiel commerce».

Le manuel doit comprendre au minimum les points suivants:

- Une introduction générale et une description des technologies impliquées.
- Les aspects des relations clientèle incluant la fourniture de règles de conception (s'il y a lieu) et de l'assistance clientèle quant à la formulation de leurs besoins.
- Une description détaillée des règles de conception à employer.
- La procédure qui permettra de vérifier que les règles de conception sont respectées pour les résonateurs à quartz fabriqués selon une spécification particulière.
- Une liste de tous les matériaux employés avec références aux spécifications d'achat et au contrôle d'entrée correspondants.
- Un plan de travail de tous les procédés mettant en avant les points de contrôle de qualité, les circuits de retouche autorisés et faisant apparaître les références de tous les moyens et procédés de contrôle de qualité.
- Une déclaration des procédés pour lesquels l'agrément a été demandé conformément au 3.5.1.
- Une déclaration des limites pour lesquelles l'agrément a été demandé conformément au 3.5.2.
- Une liste des composants pour agrément de savoir-faire (CQC) employés pour évaluer le savoir-faire comportant une description générale de chacun, avec à l'appui un tableau détaillé faisant apparaître à quel stade les limites de savoir-faire déclarées sont vérifiées par un CQC particulier.
- Une spécification particulière pour chaque CQC. Celles-ci doivent être produites en accord avec l'ONS (voir annexes A et B).

3.3.3 *Granting of capability approval*

Capability approval shall be granted when the manufacturer has:

- prepared a capability manual describing the capability for which he wishes to be approved, to the satisfaction of the NSI;
- agreed with the NSI the range of CQCs, as defined in 11.7.2 of IEC QC 001002 to be used for the assessment of capability;
- successfully demonstrated that he can design and manufacture components which satisfy the requirements of this sectional specification, within the limits of his capability;
- prepared a capability approval test report to the satisfaction of the NSI.

3.4 *Capability manual*

The manufacturer shall prepare a manual describing his capability (see 11.7.3.2 of IEC QC 001002) in relation to the technologies involved.

The manual shall be approved by the NSI who shall ensure that it is a true and complete record of procedures carried out by the manufacturer during the design, production, testing, inspection and release of his products. The manual is a document that shall be treated as "commercial in confidence".

The manual shall include the following as a minimum:

- A general introduction and description of the technologies involved.
- Aspects of customer liaison including provisions of design rules (if appropriate) and assistance to customers in the formulation of their requirements.
- A detailed description of the design rules to be used.
- The procedure for checking that the design rules are complied with for quartz crystal units manufactured to a detail specification.
- A list of all materials used, with references to the corresponding purchasing specifications and good inward inspection.
- A flow chart for the total process showing quality control points and permitted rework loops and containing references to all process and quality control procedures.
- A declaration of processes for which approval has been sought in accordance with 3.5.1.
- A declaration of boundaries for which approval has been sought in accordance with 3.5.2.
- A list of Capability qualifying components (CQCs) used to assess the capability, with a general description of each, supported by a detailed table showing where the declared boundaries of capability are demonstrated by a particular CQC design.
- A detail specification for each CQC. These shall be produced to the satisfaction of the NSI (see annexes A and B).

3.5 Composants pour agrément de savoir-faire (CQC)

Le fabricant doit se mettre d'accord avec l'ONS sur la gamme des composants pour agrément de savoir-faire nécessaires pour couvrir la gamme spécifiée dans le manuel de savoir-faire.

La démonstration du savoir-faire doit se faire par une série d'essais portant sur la gamme agréée de CQC qui doivent être conçus et fabriqués en accord avec le manuel de savoir-faire. Les CQC doivent satisfaire les exigences suivantes:

- 1) La gamme de CQC employée doit couvrir tous les procédés et limites du savoir-faire déclaré. Les CQC doivent être choisis en accord avec l'ONS, pour démontrer la combinaison de limites la plus difficile à atteindre.
- 2) Les CQC doivent être:
 - soit des éprouvettes conçues pour évaluer un procédé ou une gamme de procédés;
 - soit des résonateurs à quartz en production;
 - soit une combinaison des deux, à condition que les exigences du point 1) soient satisfaites.

Lorsque les CQC sont conçus et produits uniquement pour agrément de savoir-faire, le fabricant doit assurer l'ONS que les mêmes règles de conception, matériaux et procédés de fabrication seront appliqués aux produits acceptés.

Les spécifications CQC peuvent s'appuyer sur la documentation des méthodes de contrôle interne, qui décrit les méthodes d'essais de production et d'enregistrement des relevés de mesures, afin d'attester le contrôle et la maintenance des procédés et des limites.

3.5.1 Procédés

Dans la rédaction des spécifications des CQC, les procédés suivants doivent être vérifiés. Cette liste n'est pas exhaustive:

- | | |
|-------------------------------------|---------------|
| - Métallisation | voir 3.11.3.1 |
| - Méthodes de montage | voir 3.11.3.2 |
| - Précision d'ajustage de fréquence | voir 3.11.3.3 |
| - Fermeture de l'enveloppe | voir 3.11.4.1 |
| - Endurance du marquage | voir 3.11.4.1 |

3.5.2 Limites

Etant donné que les limites de paramètres des résonateurs à quartz sont liées à chaque type de coupe et sont également influencées par l'enveloppe employée, les CQC doivent démontrer une série de limites incluant les points suivants:

- | | |
|--|---------------------------|
| - Gamme de fréquences | voir 3.11.5.1 |
| - Limite de la gamme des paramètres dynamiques | voir 3.11.5.2 |
| - Tolérance(s) de fréquence | voir 3.11.5.1 et 3.11.5.3 |
| - Gamme de températures | voir 3.11.5.1 |
| - Gamme de niveaux d'excitation | voir 3.11.5.1 |

3.5 *Capability qualifying components (CQCs)*

The manufacturer shall agree with the NSI the range of capability qualifying components that are necessary to cover the range specified in the capability manual.

The demonstration of the capability shall be made by testing the agreed range of CQCs which shall be designed and manufactured in accordance with the capability manual. The CQCs shall comply with the following requirements:

- 1) The range of CQCs used shall cover all the processes and limits of the declared capability. The CQCs shall be chosen to demonstrate the most stringent mutually attainable combination of boundaries as agreed with the NSI.
- 2) The CQCs shall be one of the following:
 - test pieces designed for assessment of a process or range of processes; or
 - quartz crystal units in production; or
 - a combination of both of these, provided the requirements of 1) are met.

When CQCs are designed and produced solely for capability approval, the manufacturer shall satisfy the NSI that the same design rules, materials and manufacturing processes will be applied to released products.

The CQC specifications may refer to internal control documentation which specifies production testing and measurement recording in order to demonstrate control and maintenance of processes and boundaries.

3.5.1 *Processes*

When producing CQC specifications, the following processes shall be assessed. This list is not exclusive:

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| - Deposition of electrode material | see 3.11.3.1 |
| - Mounting methods | see 3.11.3.2 |
| - Frequency adjustment accuracy | see 3.11.3.3 |
| - Sealing of enclosure | see 3.11.4.1 |
| - Durability of marking | see 3.11.4.1 |

3.5.2 *Boundaries*

Since the boundaries of crystal unit parameters are related to each type of cut and are also influenced by the enclosure used, CQCs shall demonstrate a set of boundaries which shall include the following:

- | | |
|--|---------------------------|
| - Frequency range(s) | see 3.11.5.1 |
| - Limits of range of motional parameters | see 3.11.5.2 |
| - Frequency tolerance(s) | see 3.11.5.1 and 3.11.5.3 |
| - Temperature range | see 3.11.5.1 |
| - Range of drive levels | see 3.11.5.1 |

- | | |
|--|-------------------------|
| - Réponses indésirables | voir 3.11.5.1 |
| - Limites de vieillissement (déviations de fréquence et résistance de résonance avec le temps) | voir 3.11.5.4 |
| - Types d'enveloppes | voir 3.11.4.1 |
| - Modes de vibration et angle de coupe | voir 3.11.5.1 |
| - Ordre de partiel | voir 3.11.5.1 |
| - Catégories climatiques | voir 3.11.5.3 |
| - Sévérités des essais d'environnement | voir 3.11.3.2, point 1) |

Cette liste n'est pas exhaustive.

3.6 Exigences de contrôle pour les CQC

Les exigences de contrôle pour les CQC doivent être stipulées dans les spécifications particulières de CQC avec les essais d'environnement, mesures, sévérités et les limites des points d'extrémité selon le cas (voir 3.11). Autant que possible, les essais appliqués aux CQC doivent être sélectionnés d'après l'article 4 de la spécification générique CEI 1178-1.

Pour obtenir l'agrément de savoir-faire et son maintien par la suite, les exigences de contrôle doivent garantir que les procédés et la conception rejoignent le savoir-faire déclaré.

3.7 Programme pour agrément de savoir-faire

Le fabricant doit préparer un programme pour évaluer le savoir-faire déclaré, en accord avec l'ONS. Ce programme doit être conçu de telle manière que chaque condition limite énoncée soit vérifiée par le CQC approprié.

Le programme doit comporter les points suivants:

- un planning ou tout autre moyen montrant le déroulement des opérations d'agrément;
- les détails de tous les CQC qui doivent être employés avec références de leurs spécifications particulières;
- une liste énonçant les caractéristiques qui doivent être démontrées par chaque CQC.

3.8 Rapport d'agrément de savoir-faire

Le rapport doit contenir les informations suivantes:

- numéro et date d'édition du manuel de savoir-faire;
- programme d'agrément de savoir-faire en accord avec 3.7;
- résultats des essais obtenus pendant l'exécution du programme;
- méthodes d'essais employées.

Le dossier doit être signé par le Responsable du Contrôle, preuve authentique des résultats obtenus et soumis à l'ONS pour approbation.

- | | |
|---|-----------------------|
| - Unwanted responses | see 3.11.5.1 |
| - Ageing limits (frequency and resonance resistance change with time) | see 3.11.5.4 |
| - Types of enclosure | see 3.11.4.1 |
| - Modes of vibration and angle of cut | see 3.11.5.1 |
| - Overtone order | see 3.11.5.1 |
| - Climatic category | see 3.11.5.3 |
| - Mechanical test severities | see 3.11.3.2, item 1) |

This list is not exclusive.

3.6 *Inspection requirements for CQCs*

The inspection requirements shall be contained in the CQC detail specifications together with environmental tests, measurements, severities and end point limits, where appropriate (see 3.11). Where possible the tests applied to CQCs shall be selected from clause 4 of the generic specification IEC 1178-1.

For capability approval and the subsequent maintenance of that approval, the inspection requirements shall ensure that processes and design features meet the declared capability.

3.7 *Programme for capability approval*

The manufacturer shall prepare a programme for the assessment of the declared capability to the satisfaction of the NSI. This programme shall be designed so that each declared boundary condition is verified by the appropriate CQC.

The programme shall contain the following:

- a bar chart or other means of showing the proposed timetable for the approval exercise;
- details of all the CQCs to be used with references to their detail specifications;
- a chart showing the features to be demonstrated by each CQC.

3.8 *Capability approval report*

The report shall contain the following information:

- the issue number and date of the capability approval manual;
- a programme for capability approval in accordance with 3.7;
- test results obtained during the performance of the programme;
- the test methods used.

The report shall be signed by the Chief Inspector as a true statement of the results obtained and submitted to the NSI for approval.

3.9 Description sommaire de l'agrément de savoir-faire

La description sommaire est destinée à être officiellement publiée dans la CEI QC 001005 quand l'agrément de savoir-faire est accordé par l'Organisme National d'Habilité (ONH) sur recommandation de l'ONS.

Elle doit inclure une description concise du savoir-faire du fabricant et doit comporter suffisamment d'informations sur la technologie, les méthodes de réalisation, de fermeture et la gamme de produits pour laquelle l'approbation a été décernée au fabricant. La présentation doit être conforme à l'annexe A de la présente spécification.

3.10 Modifications susceptibles d'affecter l'agrément de savoir-faire

Toutes les modifications susceptibles d'affecter l'agrément de savoir-faire doivent satisfaire aux exigences de 11.7.3.4 de la CEI QC 001002.

3.11 Obtention de l'agrément de savoir-faire

Les procédés d'essais donnés ci-dessous doivent être appliqués à des groupes de CQC sélectionnés de manière appropriée.

Les programmes d'essais sont répertoriés comme suit:

- 1) CQC pour procédés;
- 2) CQC pour procédés et limites;
- 3) CQC pour limites.

Les essais de chacun des programmes d'essais sont définis dans le tableau 1. Ces essais ont été groupés pour homologuer des domaines particuliers couvrant les matériaux, les procédés, les types d'enveloppes, les performances et l'endurance des résonateurs à quartz.

Pour chaque groupe, les essais doivent être exécutés dans l'ordre donné.

L'agrément est accordé quand la gamme sélectionnée de CQC a satisfait l'ensemble des exigences des spécifications particulières de CQC sans qu'un seul défaut soit toléré.

On considère qu'il y a défaut quand un CQC n'a pas satisfait l'ensemble ou une partie des essais du groupe.

3.11.1 Procédure en cas de défauts

Au cas où des spécimens failliraient aux exigences d'essais le fabricant doit prendre l'une des mesures décrites aux points 1) et 2) comme ci-dessous:

- 1) Le fabricant modifie la définition de son savoir-faire déclaré, avec l'accord de l'ONS.
- 2) Le fabricant mène une enquête là où le défaut est apparu afin d'en déterminer les causes comme étant dues soit:
 - à l'essai lui-même qui a échoué, c'est-à-dire défaut du matériel d'essai ou erreur de l'opérateur,

3.9 *Abstract of description of capability*

The abstract is intended for formal publication in IEC QC 001005 when capability approval is granted by the National Authorized Institution (NAI) on the recommendation of the NSI.

It shall include a concise description of the manufacturer's capability and give sufficient information on the technology, methods of construction, packaging and range of products for which the manufacturer has been approved. The layout should conform with annex A of this specification.

3.10 *Modifications likely to affect the capability approval*

Any modifications likely to affect the capability approval shall satisfy the requirements of 11.7.3.4 of IEC QC 001002.

3.11 *Initial capability approval*

The test plans given below are to be applied to appropriately selected groups of CQCs.

The test plans are in categories as follows:

- 1) Process CQCs;
- 2) Process/boundary CQCs;
- 3) Boundary CQCs.

The tests referred to in each test plan are defined in table 1. These tests have been grouped to prove particular design areas covering materials, processes, enclosure types, crystal unit performance and durability.

The test in each group shall be carried out in the given order.

The approval is granted when the selected range of CQCs has collectively satisfied the assessment requirements of the CQC detail specifications with no defects allowed.

One defective is counted when a CQC has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

3.11.1 *Procedure in the event of failures*

In the event of the failure of specimens to meet the test requirements, the manufacturer shall maintain a record of all defectives and take one of the actions described in items 1) and 2) below:

- 1) The manufacturer amends the scope of this declared capability with the agreement of the NSI.
- 2) The manufacturer conducts an investigation into the failure to establish its cause as being either:
 - failure of the test itself, for example, test equipment failure or operator error,

soit

- à un défaut de conception ou de réalisation.

Si la cause du défaut est reconnue avec l'accord de l'ONS comme étant un défaut de l'essai lui-même, soit le spécimen qui est apparemment défectueux, soit un spécimen neuf, selon le cas, repassera par le programme d'essais une fois les mesures correctives nécessaires prises. Si un spécimen neuf est employé, il doit être soumis à tous les essais de la séquence du programme d'essais où le spécimen précédent s'était révélé apparemment défectueux.

Si la cause du défaut établie est un défaut de conception ou de réalisation, un programme d'essais, en accord avec le fabricant et l'ONS, doit être mis en oeuvre, afin de démontrer que la cause du défaut a été supprimée et que toutes les mesures correctives, incluant une révision de la documentation, ont été prises. Une fois ceci accompli à la satisfaction de l'ONS, toutes les séquences d'essais complètes doivent être refaites en utilisant de nouveaux CQC.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61178-2:1993

or

- design or process failure.

If the cause of failure is established as a failure of the test itself, then, subject to the agreement of the NSI, either the specimen which apparently failed or a new one, if appropriate, shall be returned to the test schedule after the necessary corrective action has been taken. If a new specimen is to be used, it shall be subjected to all of the tests in the given sequence of the test schedule(s) appropriate to the original specimen.

If the cause of failure is established as a design or process failure, a test programme agreed between the manufacturer and the NSI shall be performed to demonstrate that the cause of the failure has been eradicated and that all corrective measures, including revision of documentation, have been carried out. When this has been accomplished to the satisfaction of the NSI, the full test sequences shall be repeated using new COCs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61178-2:1993

3.11.2 Plan général de sélection des CQC

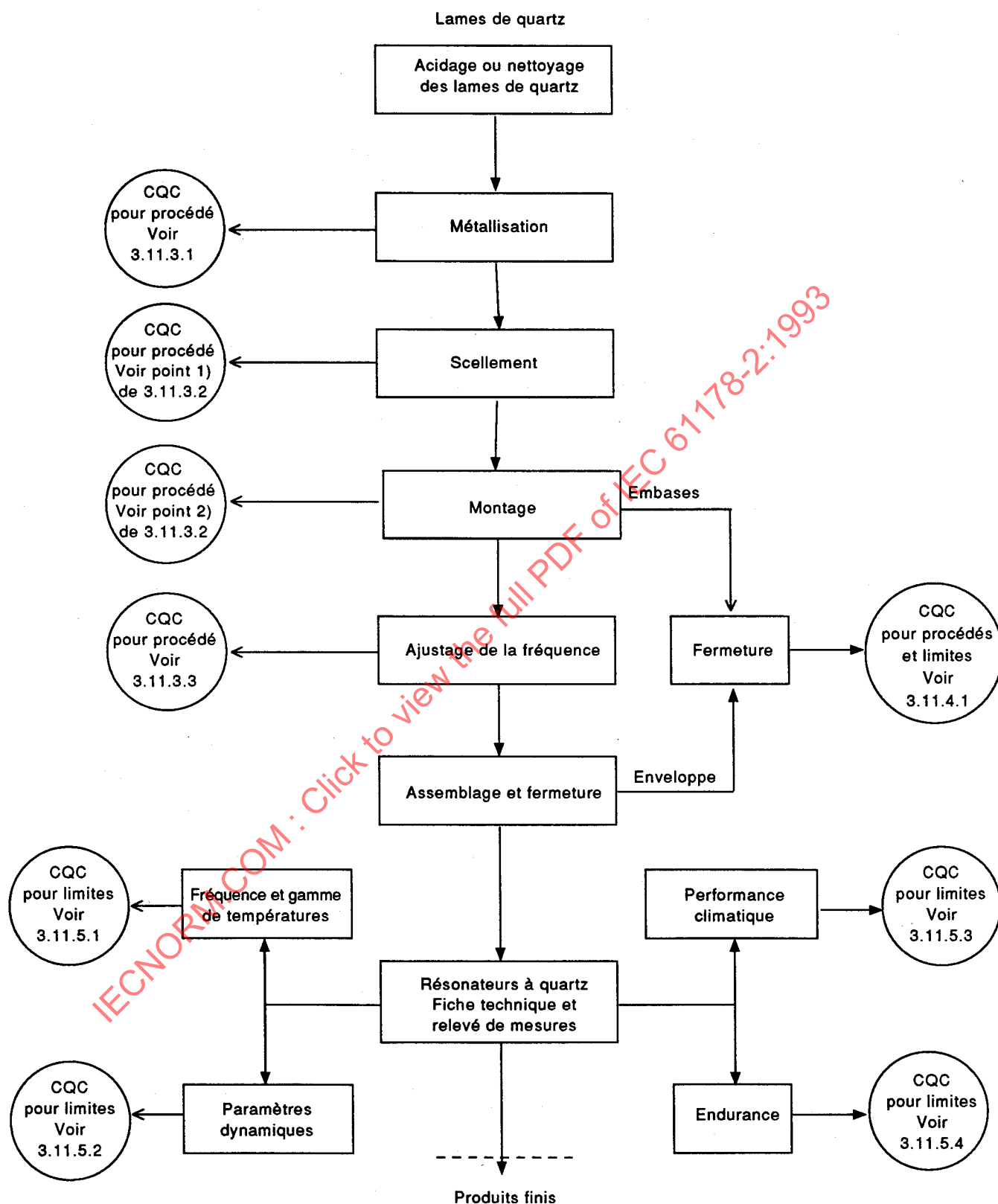
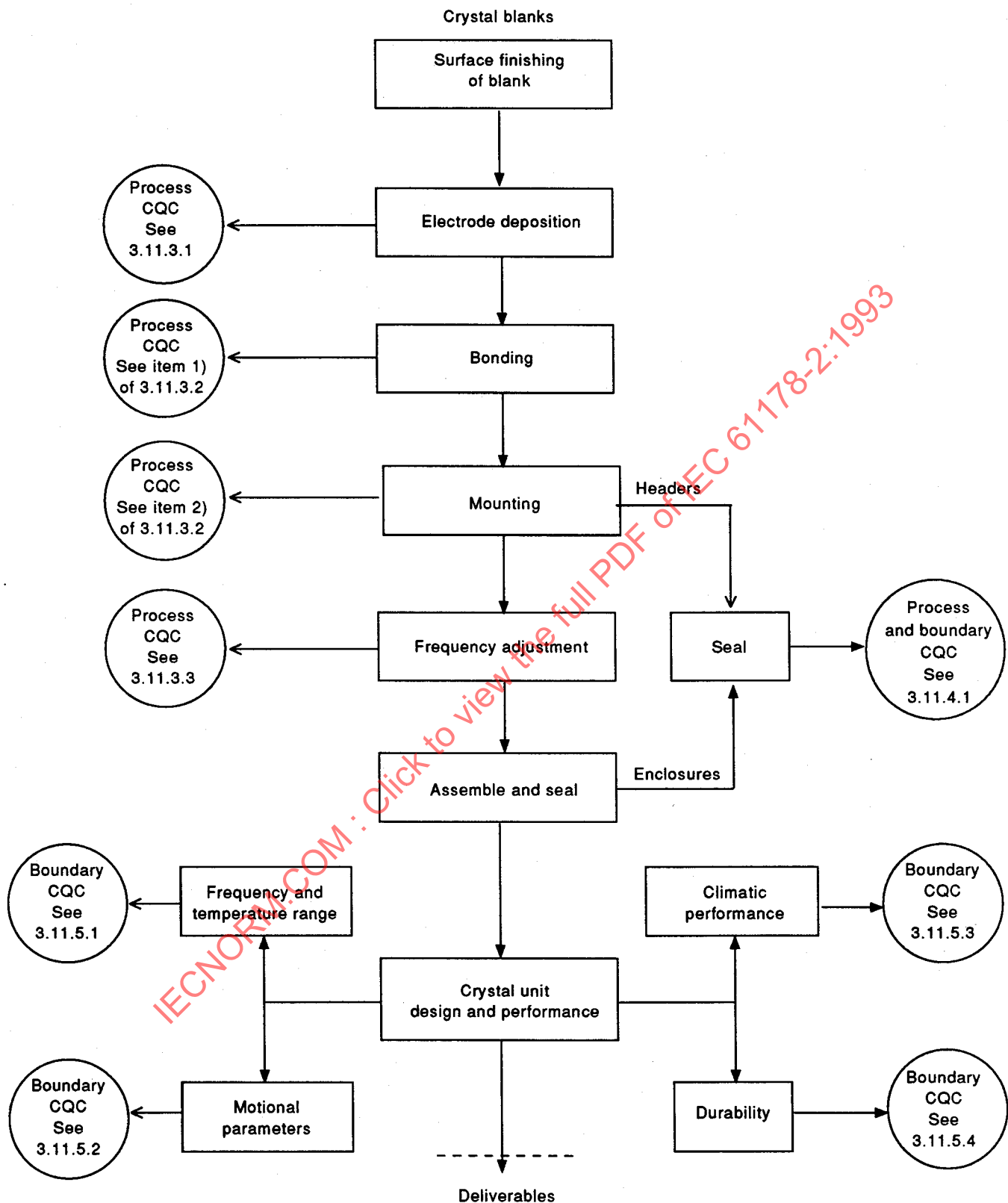


Figure 1 – Plan de sélection des CQC

3.11.2 General plan for the selection of CQCs



NOTE – The three operations: electrode deposition, bonding and mounting may be performed in a different order from that shown above.

Figure 1 – Plan for the selection of CQCs

3.11.3 Programme d'essais des CQC pour procédés

3.11.3.1 Métallisation de la lame de quartz

Le but de cet essai est d'établir la qualité de la métallisation en mesurant la dérive de la fréquence par rapport au niveau d'excitation, l'épaisseur et l'adhérence de l'électrode.

Huit spécimens sont nécessaires pour permettre une démonstration de chaque matériau d'électrode et de chaque méthode de déposition. Ils doivent subir le programme d'essais montré dans la figure 2.

Matériaux d'électrode

- aluminium
- or
- argent
- chrome
- nickel

Méthodes de déposition

- évaporation
- projection cathodique

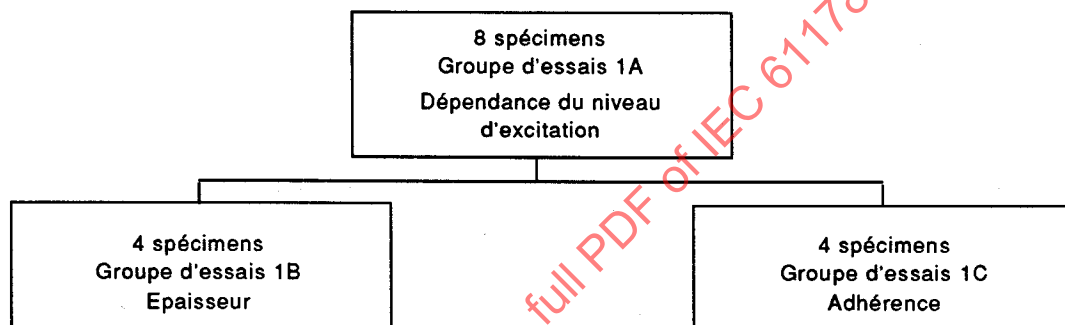


Figure 2 – Programme d'essais des CQC pour la métallisation

3.11.3.2 Scellement et montage

1) Scellement

Le but de cet essai est de démontrer la qualité du point de scellement entre le résonateur et le ressort de montage en mesurant la résistance électrique entre l'électrode et le ressort après le scellement, ainsi que la force de tension de ce scellement.

Huit spécimens doivent être préparés pour chaque combinaison de type de montage et de pâte de scellement utilisés dans les ensembles soumis à l'agrément. Ils doivent être soumis au programme d'essais montré dans la figure 3.

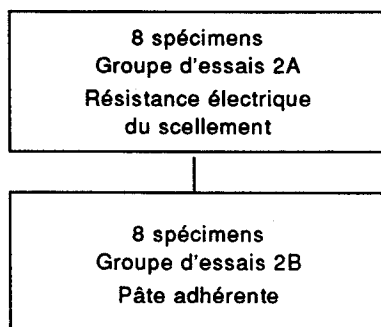


Figure 3 – Programme d'essais des CQC pour scellement

3.11.3 Process CQC test plans

3.11.3.1 Deposition of electrode material on the crystal blank

The purpose of this test is to establish the quality of the electrode material by measuring the drive level dependency, thickness and adhesion of the electrode film.

Eight specimens are required which are representative of each electrode material and deposition method. They shall be subjected to the test plan shown in figure 2.

Electrode materials

- aluminium
- gold
- silver
- chromium
- nickel

Deposition methods

- evaporation
- sputtering

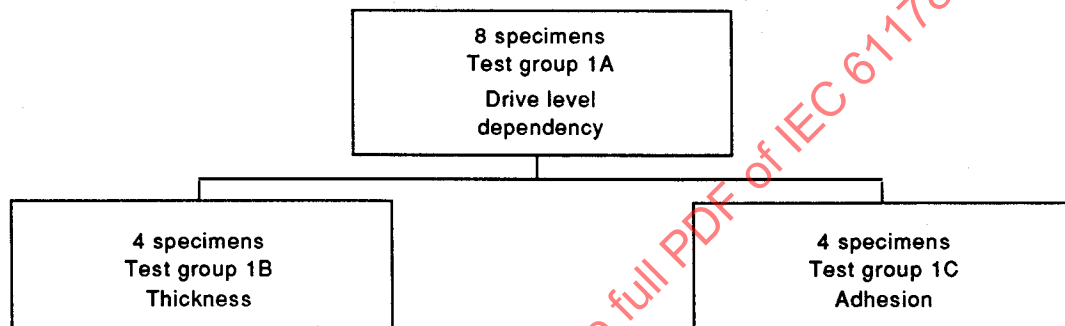


Figure 2 – Test plan for deposition of electrode material CQCs

3.11.3.2 Bonding and mounting

1) Bonding

The purpose of this test is to demonstrate the quality of the bonded joint between the crystal and the mounting clip, measuring the electrical resistance between the electrode and clip after bonding and the tensile strength of this bonded joint.

Eight specimens shall be prepared for each combination of mounting clip and bonding cement to be used in the crystal assemblies for approval. They shall be subjected to the test plan shown in figure 3.

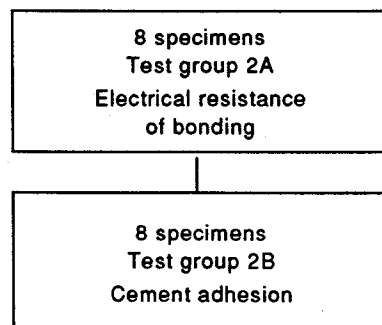


Figure 3 – Test plan for bonding CQCs

2) Montage

Le but de cet essai est de démontrer la résistance de la structure de montage, en ce qui concerne la résistance à la chaleur de brasage, aux secousses, chocs et vibrations.

Huit spécimens doivent être préparés pour chaque configuration de montage utilisant la pâte de scellement appropriée approuvée au point 1) de 3.11.3.2 dont quatre avec une lame de quartz de masse minimale, quatre avec une lame de masse maximale. Ils doivent être soumis au programme d'essais montré dans la figure 4.

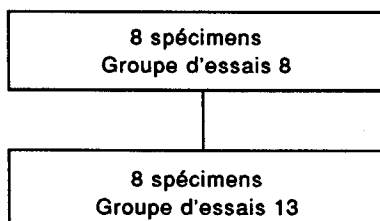


Figure 4 – Programme d'essais des CQC pour le montage

3.11.3.3 Précision d'ajustage de la fréquence

Le but de cet essai est de démontrer que la précision d'ajustage de la fréquence après la fermeture correspond à la limite spécifiée, à la température de référence, en tenant compte de tous les effets de l'enveloppe.

Huit spécimens pour chacune des fréquences suivantes doivent être soumis aux essais montrés à la figure 5.

Fréquences

- fréquence minimale de la gamme choisie;
- fréquence maximale de la gamme choisie;
- chacun des modes de partiel intermédiaire là où ils existent.

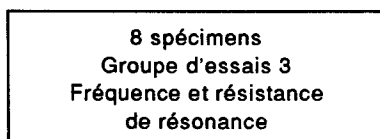


Figure 5 – Programme d'essais des CQC pour l'ajustage de la fréquence

3.11.4 Programme d'essais des CQC pour procédés et limites

3.11.4.1 Enveloppe

Le but de cet essai est de démontrer que:

- les dimensions,
- l'étanchéité de l'enveloppe,
- la robustesse et la brasabilité de sorties,
- l'endurance du marquage

tombent dans les limites spécifiées.

2) Mounting

The purpose of this test is to demonstrate the integrity of the mounting structure with respect to the resistance to solder heat, bump, shock and vibration.

Eight specimens shall be prepared for each mounting configuration using the appropriate bonding cement approved in item 1) of 3.11.3.2, and shall include four each of the maximum and minimum mass of crystal blank. They shall be subjected to the test plan shown in figure 4.

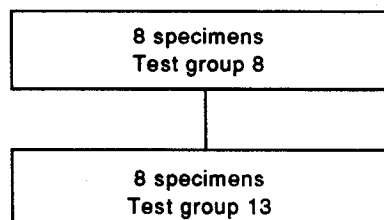


Figure 4 – Test plan for mounting CQCs

3.11.3.3 Frequency adjustment accuracy

The purpose of this test is to demonstrate that the accuracy of frequency adjustment, after enclosure, falls within the stated tolerance, at the reference temperature, taking account of any effects of enclosure.

Eight specimens at each of the following frequencies shall be subjected to the tests shown in figure 5.

Frequencies

- minimum frequency of design range;
- maximum frequency of design range;
- each intermediate overtone mode where they exist.

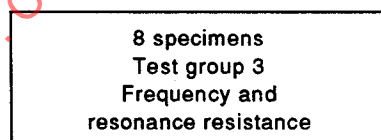


Figure 5 – Test plan for frequency adjustment CQCs

3.11.4 Process/boundary CQC test plans

3.11.4.1 Enclosure

The purpose of this test is to demonstrate that:

- dimensions,
- hermeticity of enclosure,
- robustness and solderability of terminations,
- durability of marking

fall within the specified limits.

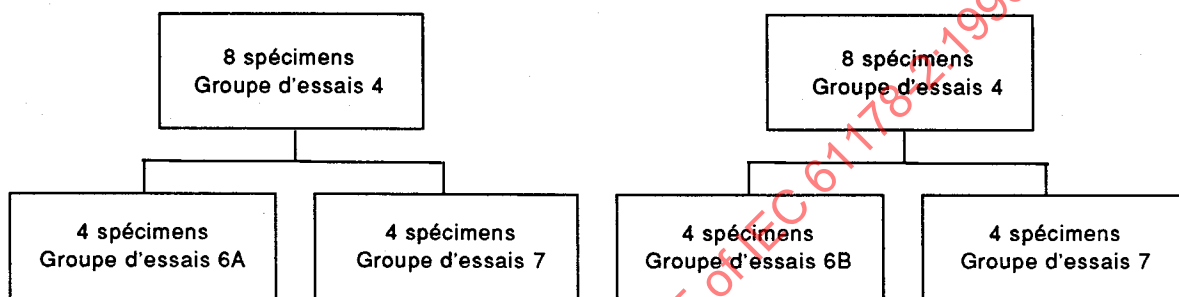
Pour chaque matériau des enveloppes et chaque méthode de fermeture, huit spécimens doivent être sélectionnés incluant quatre d'entre eux pour les enveloppes les plus grandes et quatre pour les plus petites. Ils doivent être soumis au programme d'essais montré dans la figure 6.

Tous les spécimens doivent être soumis au groupe d'essais 4. Les groupes d'essais 6A, 6B, 6C ou 6D, selon le cas, et le groupe d'essais 7, doivent comprendre deux spécimens avec les enveloppes les plus grandes et deux avec les plus petites.

Enveloppes métalliques

- Fermeture électrique par résistance
- Fermeture par soudure à froid
- Fermeture à l'étain
- Encadrement à l'étain

Enveloppes verre



Enveloppes plastiques

- Fermeture par emboîtement
- Fermeture par collage

Enveloppes céramiques

- Fermeture à l'étain
- Fermeture par collage
- Fermeture verre-verre

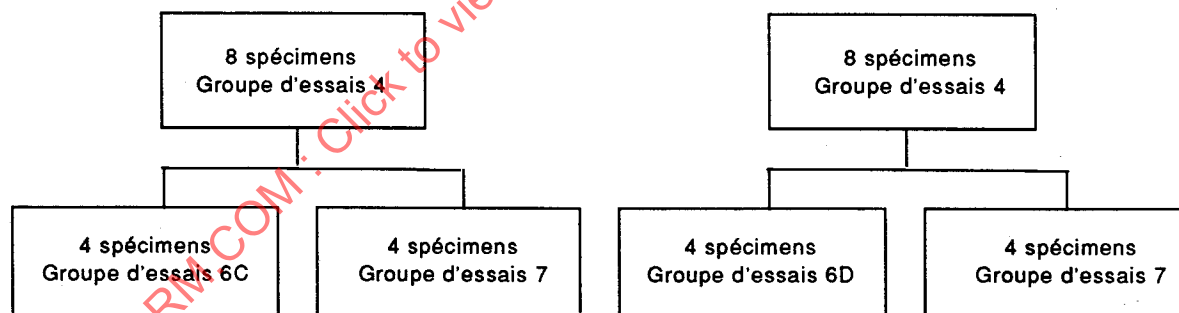


Figure 6 – Programme d'essais des CQC pour enveloppes

3.11.5 Programme d'essais des CQC pour limites conception et performance des résonateurs à quartz

Le but de ces essais est de valider les règles de conception des résonateurs à quartz en ce qui concerne les points suivants:

- mode de vibration et ordre du partiel;
- angle de coupe et tolérance;

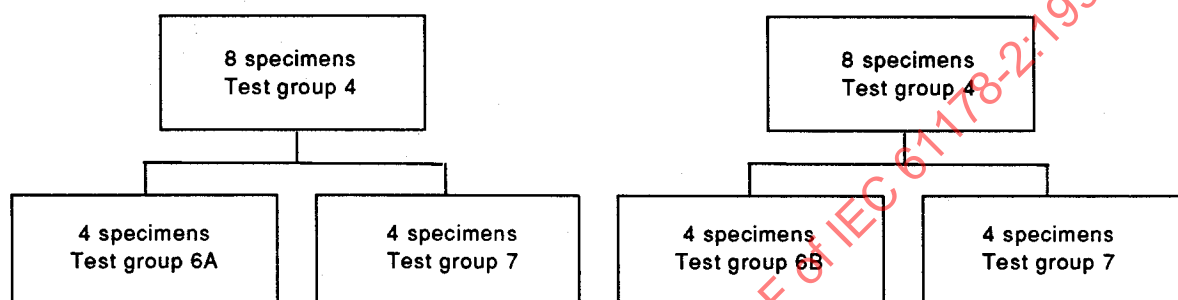
For each enclosure material and method of sealing, eight specimens shall be selected to include four each of the largest and smallest enclosures. They shall be subjected to the test plan shown in figure 6.

All specimens shall be subjected to test group 4. Test groups 6A, 6B, 6C or 6D, as appropriate, and test group 7 shall contain two each of the largest and smallest enclosures.

Metal enclosures

- Resistance welded seal
- Cold welded seal
- Solder sealed
- Solder compression sealed

Glass enclosures



Plastic enclosures

- Snap-in seal
- Glued seal

Ceramic enclosures

- Solder sealed
- Glued seal
- Glass frit

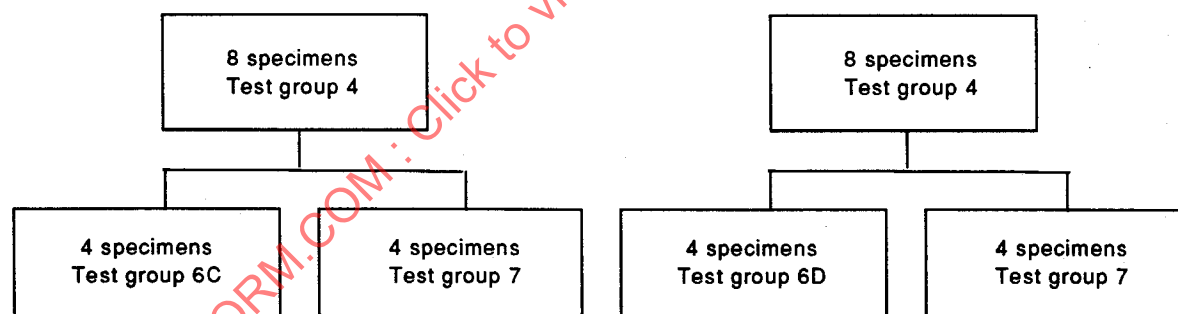


Figure 6 – Test plans for enclosure CQCs

3.11.5 *Boundary CQC test plans for crystal unit design and performance*

The purpose of these tests is to validate the design rules for the crystal element with respect to:

- mode of vibration and overtone order;
- angle of cut and tolerance;

- dimensions et profil de la lame;
- dimensions et masse de l'électrode.

Tous ces éléments sont liés les uns aux autres et influenceront les facteurs suivants:

- gamme de fréquences;
- tolérance de fréquence dans la gamme de températures;
- gamme de températures;
- gamme de niveaux d'excitation;
- paramètres dynamiques/sensibilité de la fréquence relative;
- réponses indésirables.

Pour valider le savoir-faire de conception, il est nécessaire de produire une série de résonateurs à quartz démontrant la capacité du fabricant à rester dans les limites déclarées pour ce qui concerne les facteurs énoncés ci-dessus.

Par exemple, pour un quartz de coupe AT (mode de cisaillement d'épaisseur), l'angle de coupe le plus précis possible appliqué par le fabricant, combiné avec la gamme de températures la plus étendue, peut faire l'objet d'une pièce d'essai (CQC) permettant de vérifier la gamme de fréquences, la tolérance de fréquence dans la gamme de températures et le niveau d'excitation.

Pour vérifier des paramètres dynamiques et les caractéristiques de résonance, il convient qu'une nouvelle série de pièces d'essai (CQC) soit conçue, qui démontrerait les valeurs de ces paramètres et les caractéristiques des réponses indésirables aux extrémités des gammes de fréquences.

3.11.5.1 *Gamme de températures et de fréquences*

Le but de ces essais est de démontrer les limites suivantes:

- gamme de fréquences;
- tolérance de fréquence à la température de référence;
- tolérances de fréquence dans la gamme de températures;
- gamme de températures;
- gamme de niveaux d'excitation.

Les spécimens doivent être choisis parmi la gamme de fréquences déclarée et doivent inclure:

- trois spécimens à la fréquence minimale sur le mode fondamental;
- trois spécimens à la fréquence maximale sur le mode fondamental;
- trois spécimens à la fréquence minimale du partiel le plus élevé;
- trois spécimens à la fréquence maximale du partiel le plus élevé;
- trois spécimens pour chaque partiel intermédiaire, où ils existent.

Les spécimens doivent être représentatifs de la gamme des enveloppes et doivent inclure au moins trois d'entre eux de la taille minimale et trois de la taille maximale. Ils doivent être soumis au programme d'essais indiqué à la figure 7.

- blank dimensions and profile;
- electrode dimensions and mass.

All of these factors are inter-related and will influence the following:

- frequency range;
- frequency tolerance over the temperature range;
- temperature range;
- range of drive levels;
- motional parameters/pulling sensitivity;
- unwanted responses.

To validate the design capability it is necessary to produce a series of crystal unit designs which demonstrate the capability of the manufacturer to meet the claimed boundaries for the factors listed above.

For example for an AT-cut crystal (thickness shear mode) the manufacturer's tightest angle of cut combined with the widest temperature range can be combined into a test piece (CQC) with which to check frequency range, frequency tolerance, temperature range and drive level.

To check the motional parameters and response characteristics a further series of test pieces (CQCs) should be designed to demonstrate the values of these parameters and the unwanted response characteristics at the extremes of the frequency ranges.

3.11.5.1 *Frequency and temperature range*

The purpose of these tests is to demonstrate the following boundaries:

- frequency range;
- frequency tolerance at reference temperature;
- frequency tolerances over temperature range;
- temperature range;
- range of drive levels.

The specimens shall be selected from the declared frequency range and shall include:

- three at minimum fundamental frequency;
- three at maximum fundamental frequency;
- three at minimum frequency of the highest overtone;
- three at maximum frequency of the highest overtone;
- three selected from each intermediate overtone where they exist.

The specimens shall be representative of the range of enclosure sizes and shall include three of minimum and three of maximum size. They shall be subjected to the test plan shown in figure 7.

Tous les spécimens doivent être soumis aux groupes d'essais 4 et 5.

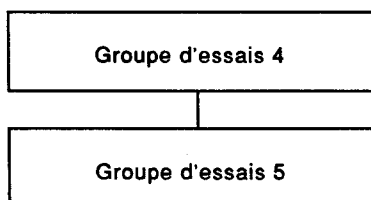


Figure 7 – Programme d'essais des CQC pour la conception et les performances des résonateurs

3.11.5.2 Paramètres dynamiques ou sensibilité de fréquence relative et réponses indésirables

Le but de ces essais est de démontrer la gamme de paramètres dynamiques et les caractéristiques des réponses indésirables avec un rapport spécifié.

Les paramètres dynamiques déclarés par le manuel de savoir-faire du fabricant doivent être montrés par les diagrammes ou tableaux dans son manuel de savoir-faire.

Huit spécimens doivent être choisis pour démontrer la valeur maximale de C_1 ou la valeur minimale de L_1 à la fréquence minimale et maximale sur le mode fondamental et l'ordre le plus élevé d'un partiel.

Les valeurs du facteur de qualité Q de ces spécimens ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales déclarées par le manuel de savoir-faire et doivent répondre aux exigences pour les réponses indésirables montrées dans le groupe d'essais 13.

Tous les spécimens doivent être soumis au programme d'essais montré dans la figure 8.

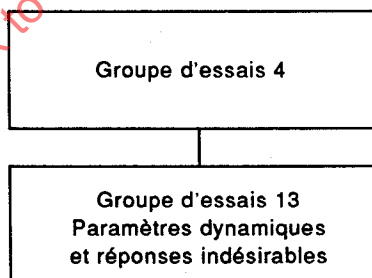


Figure 8 – Programme d'essais des CQC pour paramètres dynamiques et réponses indésirables

3.11.5.3 Performances climatiques

Le but de ces essais est de démontrer les performances climatiques des résonateurs à quartz complets.

Huit spécimens pour chaque matériau d'enveloppe doivent être soumis à chacun des groupes d'essais montrés dans la figure 9. Il est préférable que les spécimens utilisés pour le groupe d'essais 10 ne soient pas ceux soumis au groupe d'essais 9. Chaque groupe d'essais doit comprendre au minimum deux des enveloppes les plus petites et deux des plus grandes. Tous les spécimens doivent être assujettis à l'essai du groupe 4.

All specimens shall be subjected to test groups 4 and 5.

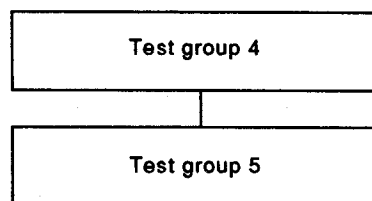


Figure 7 – Test plan for crystal unit design and performance CQCs

3.11.5.2 *Motional parameters or pulling sensitivity and unwanted responses*

The purpose of these tests is to demonstrate the range of motional parameters and to check the unwanted response characteristics to the specified ratio.

The motional parameters claimed by the manufacturer shall be shown by diagrams or tables in his capability manual.

Eight specimens shall be taken to demonstrate the maximum value of C_1 or the minimum value of L_1 at minimum and maximum frequencies for the fundamental and the highest overtone order.

The Q values of these specimens shall be not less than the minimum values claimed in the capability manual and shall satisfy the unwanted response requirement shown in test group 13.

All the specimens shall be subjected to the test plan shown in figure 8.

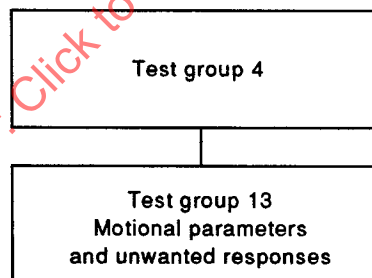


Figure 8 – Test plan for CQCs for motional parameters and unwanted responses

3.11.5.3 *Climatic performance*

The purpose of these tests is to demonstrate the climatic performance of complete crystal units.

Eight specimens of each enclosure material shall be subjected to each test group shown in figure 9. It is preferable that those specimens used for test group 10 are not those subjected to test group 9. Each test group shall comprise a minimum of two each of the largest and smallest enclosures. All specimens shall be subjected to test group 4.

Ces spécimens peuvent être choisis parmi ceux essayés en 3.11.5.1.

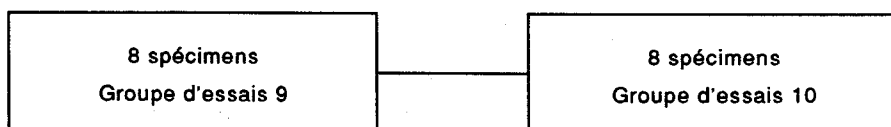


Figure 9 – Programme d'essais des CQC pour les performances climatiques

3.11.5.4 Fiabilité

Le but de ces essais est de démontrer la durée de vie et le vieillissement des résonateurs à quartz.

Les spécimens, qui peuvent être sélectionnés parmi ceux essayés selon 3.11.5.1, doivent comprendre:

- deux spécimens à la fréquence minimale sur le mode fondamental;
- deux spécimens à la fréquence maximale sur le mode fondamental;
- deux spécimens à la fréquence minimale du partiel le plus élevé;
- deux spécimens à la fréquence maximale du partiel le plus élevé;
- deux spécimens pour chacun des partiels intermédiaires, où ils existent.

Les spécimens doivent être représentatifs de la gamme des enveloppes et doivent inclure au moins deux des tailles maximales et deux des tailles minimales. Ils doivent être contrôlés selon le programme d'essais montré dans la figure 10.

Tous les spécimens doivent être soumis au groupe d'essais 4. Le groupe d'essais 11 doit comprendre un spécimen de chaque fréquence comme sélectionné ci-dessus et au moins un spécimen de la plus grande et de la plus petite enveloppe.

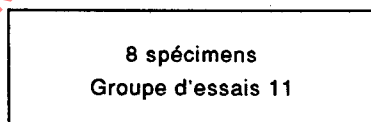


Figure 10 – Programme d'essais des CQC pour l'endurance

These specimens may be selected from those tested under 3.11.5.1.

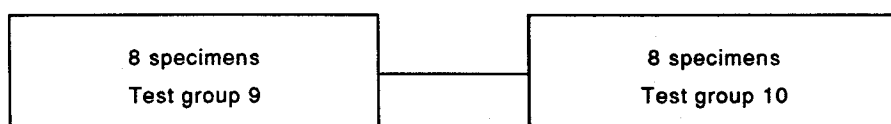


Figure 9 – Test plan for climatic performance CQCs

3.11.5.4 Durability

The purpose of these tests is to demonstrate the shelf life and ageing of the crystal units.

Specimens, which may be selected from those tested under 3.11.5.1, shall include:

- two at minimum fundamental frequency;
- two at maximum fundamental frequency;
- two at minimum frequency of the highest overtone;
- two at maximum frequency of the highest overtone;
- two selected from each intermediate overtone where they exist.

The specimens shall be representative of the range of enclosure sizes and shall include two of minimum and two of maximum size. They shall be tested according to the test plan shown in figure 10.

All specimens shall be subjected to test group 4. Test group 11 shall contain one specimen of each frequency as selected above and a minimum of one each of the largest and smallest enclosures.

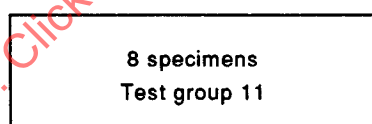


Figure 10 – Test plan for durability CQCs

Tableau 1 – Programme d'essais pour obtention de l'agrément de savoir-faire

Dans ce tableau, les numéros des paragraphes font référence aux articles 2 et 4 de la CEI 1178-1

D = destructif ND = non destructif

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
1	A 4.7.2 Influence du niveau d'excitation	ND	4.7.2	2.3.6
	B Contrôle de l'épaisseur du film d'électrode	D	A définir dans la spécification CQC du fabricant	Tolérances à spécifier par le fabricant
	C Adhérence du film d'électrode	D	A définir dans la spécification CQC du fabricant	A spécifier par le fabricant
2	A Résistance électrique de scellement	ND	A définir dans la spécification CQC du fabricant	A spécifier par le fabricant
	B Adhésion de la pâte	D	A définir dans la spécification CQC du fabricant	A spécifier par le fabricant
3	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	ND	4.7.1	4.7.1 A spécifier par le fabricant
4	4.5.1 Essai visuel A 4.6.2 Dimensions essai B 4.7.9 Résistance d'isolement 4.8.2 point 2) Essai de fuites fines (sauf pour les enveloppes verre fermées sous vide) 4.8.2 point 1) Essai de grosses fuites (sauf pour les enveloppes verre fermées sous vide) 4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide (pour les enveloppes verre uniquement)	ND	4.5.1 4.6.2 4.7.9 point 2) de 4.8.2 point 1) de 4.8.2 point 3) de 4.8.2	4.5.1 4.6.2 4.7.9 2.3.11 point 1) de 4.8.2 point 3) de 4.8.2

Table 1 – Test schedule for initial capability approval

In this table, subclause numbers refer to clauses 2 and 4 of IEC 1178-1

D = destructive ND = non destructive

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
1	A 4.7.2 Drive level dependency	ND	4.7.2	2.3.6
	B Control of electrode film thickness	D	To be defined in the manufacturer's CQC specification	Tolerances to be specified by the manufacturer
	C Electrode film adhesion	D	To be defined in the manufacturer's CQC specification	To be specified by the manufacturer
2	A Electrical resistance of bonding	ND	To be defined in the manufacturer's CQC specification	To be specified by the manufacturer
	B Cement adhesion	D	To be defined in the manufacturer's CQC specification	To be specified by the manufacturer
3	4.7.1 Frequency and resonance resistance	ND	4.7.1	4.7.1 To be specified by the manufacturer
4	4.5.1 Visual test A	ND	4.5.1	4.5.1
	4.6.2 Dimensions test B		4.6.2	4.6.2
	4.7.9 Insulation resistance		4.7.9	4.7.9
	4.8.2 item 2) Fine leak test (except for evacuated glass enclosures)		item 2) of 4.8.2	2.3.11
	4.8.2 item 1) Gross leak test (except for evacuated glass enclosures)		item 1) of 4.8.2	item 1) of 4.8.2
	4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units (for glass enclosures only)		item 3) of 4.8.2	item 3) of 4.8.2

Tableau 1 (suite)

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
5	4.7.2 Influence du niveau d'excitation 4.7.1 Fréquence et résistance de résonance 4.7.3 Essai A: Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température 4.7.3 Essai B: Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température	ND	4.7.2 4.7.1 4.7.3, essai A 4.7.3, essai B	2.3.6 4.7.1 A spécifier par le fabricant 4.7.3 A spécifier par le fabricant 4.7.3, essai B
6	A <i>Enveloppe métallique uniquement</i> 4.8.5 Variations rapides de températures, choc thermique dans l'air 4.5.2 Essai visuel B 4.8.2 point 2) Etanchéité Essai de fuites fines	ND	4.8.5 4.5.2 point 2) de 4.8.2	4.5.2 2.3.11
	B <i>Enveloppe verre uniquement</i> 4.8.4 Variations rapides de températures, choc thermique rigoureux par immersion dans le liquide 4.5.2 Essai visuel B 4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide		4.8.4 4.5.2 point 3) de 4.8.2	4.5.2 point 3) de 4.8.2
	C <i>Enveloppes plastiques uniquement</i> A l'étude			
	D <i>Enveloppes céramiques uniquement</i> A l'étude			

Table 1 (continued)

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
5	4.7.2 Drive level dependency 4.7.1 Frequency and resonance resistance 4.7.3 Test A: Frequency and resonance resistance as a function of temperature 4.7.3 Test B: Frequency and resonance resistance as a function of temperature	ND	4.7.2 4.7.1 4.7.3, test A 4.7.3, test B	2.3.6 4.7.1 To be specified by the manufacturer 4.7.3 To be specified by the manufacturer 4.7.3, test B
6	A <i>Metal enclosures only</i> 4.8.5 Rapid change of temperature, thermal shock in air 4.5.2 Visual test B 4.8.2 item 2) Sealing Fine leak test	ND	4.8.5 4.5.2 item 2) of 4.8.2	4.5.2 2.3.11
	B <i>Glass enclosures only</i> 4.8.4 Rapid change of temperature, severe shock by liquid immersion 4.5.2 Visual test B 4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units		4.8.4 4.5.2 item 3) of 4.8.2	4.5.2 item 3) of 4.8.2
	C <i>Plastic enclosures only</i> Under consideration			
	D <i>Ceramic enclosures only</i> Under consideration			

Tableau 1 (suite)

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
7	4.8.16 Tenue aux solvants de nettoyage	D	4.8.16	Le marquage doit rester lisible
	4.8.3 point 1) Brasabilité (pour enveloppes à fils uniquement)		point 1) de 4.8.3	point 1) de 4.8.3
	4.8.1 point 1) Traction sur les sorties		point 1) de 4.8.1	point 1) de 4.8.1
	4.8.1 point 2) Flexibilité des sorties à fils		point 2) de 4.8.1	point 2) de 4.8.1
	4.8.1 point 3) Pliage des sorties (pour les broches à échancrure uniquement)		point 3) de 4.8.1	point 3) de 4.8.1
	<i>Contrôle final</i>			
	4.5.2 Essai visuel B		4.5.2	4.5.2
	4.8.2 point 2) Essai de fuites fines (sauf pour les enveloppes verre fermées sous vide)		point 2) de 4.8.2	2.3.11
	4.8.2 point 1) Essai de grosses fuites (sauf pour les enveloppes verre fermées sous vide)		point 1) de 4.8.2	point 1) de 4.8.2
	4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide (enveloppes verre uniquement)		point 3) de 4.8.2	point 3) de 4.8.2
8	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	D	4.7.1	Enregistrement des mesures
	4.8.3 point 2) Résistance à la chaleur de brasage		point 2) de 4.8.3	point 2) de 4.8.3

Table 1 (continued)

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
7	4.8.16 Immersion in cleaning solvents	D	4.8.16	Marking shall be legible
	4.8.3 item 1) Solderability (wire ended enclosures only)		item 1) of 4.8.3	item 1) of 4.8.3
	4.8.1 item 1) Tensile and thrust on terminations		item 1) of 4.8.1	item 1) of 4.8.1
	4.8.1 item 2) Flexibility of wire terminations		item 2) of 4.8.1	item 2) of 4.8.1
	4.8.1 item 3) Terminal bend test (for undercut pins only)		item 3) of 4.8.1	item 3) of 4.8.1
	<i>Final inspection</i>			
	4.5.2 Visual test B		4.5.2	4.5.2
	4.8.2 item 2) Fine leak test (except for evacuated glass enclosures)		item 2) of 4.8.2	2.3.11
	4.8.2 item 1) Gross leak test (except for evacuated glass enclosures)		item 1) of 4.8.2	item 1) of 4.8.2
	4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units (glass enclosures only)		item 3) of 4.8.2	item 3) of 4.8.2
8	4.7.1 Frequency and resonance resistance	D	4.7.1	Recording of measurements
	4.8.3 item 2) Resistance to soldering heat		item 2) of 4.8.3	item 2) of 4.8.3

Tableau 1 (suite)

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
8	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	D	4.7.1	$\Delta f \ 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$
	4.5.2 Essai visuel B		4.5.2	4.5.2
9	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	D	4.7.1	Enregistrement des mesures
	4.8.14 Séquence climatique		4.8.14	
	<i>Contrôle final</i>			
	4.7.9 Résistance d'isolement		4.7.9	4.7.9
	4.7.3 Essai B Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température (sauf pour les enveloppes verre, fermées sous vide)		4.7.3, essai B	4.7.3, essai B
	4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide (pour enveloppes verre uniquement)		point 3) de 4.8.2	point 3) de 4.8.2
	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance		4.7.1	$\Delta f \ 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$
	4.5.2 Essai visuel B		4.5.2	4.5.2
10	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	D	4.7.1	Enregistrement des mesures
	4.8.15 Essai continu de chaleur humide		4.8.15	
	4.7.9 Résistance d'isolement		4.7.9	4.7.9

Table 1 (continued)

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
8	4.7.1 Frequency and resonance resistance	D	4.7.1	$\Delta f \ 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$
	4.5.2 Visual, test B		4.5.2	4.5.2
9	4.7.1 Frequency and resonance resistance	D	4.7.1	Recording of measurements
	4.8.14 Climatic sequence		4.8.14	
	<i>Final inspection</i>			
	4.7.9 Insulation resistance		4.7.9	4.7.9
	4.7.3 Test B Frequency and resonance resistance as a function of temperature (except for evacuated glass enclosures)		4.7.3, test B	4.7.3, test B
	4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units (glass enclosures only)		item 3) of 4.8.2	item 3) of 4.8.2
	4.7.1 Frequency and resonance resistance		4.7.1	$\Delta f \ 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$
10	4.5.2 Visual, test B	D	4.5.2	4.5.2
	4.7.1 Frequency and resonance resistance		4.7.1	Recording of measurements
	4.8.15 Damp heat steady state		4.8.15	
	4.7.9 Insulation resistance		4.7.9	4.7.9

Tableau 1 (suite)

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
10	4.7.3 Essai B Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température (sauf pour les enveloppes verre fermées sous vide) 4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide (pour enveloppes verre uniquement) 4.7.1 Fréquence et résistance de résonance 4.5.3 Essai visuel C	D	4.7.3, essai B 4.8.2, point 3) 4.7.1 4.5.3	4.7.3, essai B 4.8.2, point 3) $\Delta f \ 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$ 4.5.3
11	4.9.1 Vieillissement 4.9.2 Prolongation du vieillissement (pour information uniquement) <i>Contrôle final</i> 4.7.1 Fréquence et résistance de résonance 4.7.3 Essai B Fréquence et résistance de résonance en fonction de la température (sauf pour les enveloppes verre, fermées sous vide) 4.8.2 point 3) Essai de vide pour les résonateurs à quartz fermés sous vide (pour enveloppes verre uniquement)	ND	4.9.1 4.9.2 4.7.1 4.7.3, essai B point 3) de 4.8.2	A spécifier par le fabricant Enregistrement des résultats $\Delta f \ 2 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 5 \%$ 4.7.3, essai B point 3) de 4.8.2

Table 1 (continued)

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
10	4.7.3 Test B Frequency and resonance resistance as a function of temperature (except for evacuated glass enclosures)	D	4.7.3, test B	4.7.3, test B
	4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units (glass enclosures only)		4.8.2, item 3)	4.8.2, item 3)
	4.7.1 Frequency and resonance resistance		4.7.1	$\Delta f \leq 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 10 \%$
	4.5.3 Visual test C		4.5.3	4.5.3
11	4.9.1 Ageing	ND	4.9.1	To be specified by manufacturer
	4.9.2 Extended ageing (for information only)		4.9.2	Recording of results
	<i>Final inspection</i>			
	4.7.1 Frequency and resonance resistance		4.7.1	$\Delta f \leq 2 \times 10^{-6}$ $\Delta R_r < 5 \%$
	4.7.3 Test B Frequency and resonance resistance as a function of temperature (except for evacuated glass enclosures)		4.7.3, test B	4.7.3, test B
	4.8.2 item 3) Vacuum test for evacuated crystal units (glass enclosures only)		item 3) of 4.8.2	item 3) of 4.8.2

Tableau 1 (fin)

Groupe d'essais	Numéro des paragraphes, essais et enchaînement des essais	D ou ND	Conditions d'essais	Exigences
12	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance	D	4.7.1	Enregistrement des mesures
	4.8.6 Secousses		4.8.6	
	4.8.7 Vibrations		4.8.7	
	4.8.8 Chocs		4.8.8	
	<i>Contrôle final</i>			
	4.7.1 Fréquence et résistance de résonance		4.7.1	$\Delta f \leq 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_f < 10 \%$
	4.5.2 Essai visuel B		4.5.2	4.5.2
13	4.7.5 Capacité statique C_0	ND	4.7.5	A spécifier par le fabricant
	4.7.8 Paramètres dynamiques		4.7.8	A spécifier par le fabricant
	Capacité dynamique C_1 ou Inductance dynamique L_1 et Résistance dynamique R_1			
	4.7.4 Réponses indésirables		4.7.4	4.7.4 Le rapport doit être de 2:1, sauf spécification contraire

Table 1 (concluded)

Test group	Subclause numbers, tests and test sequence	D or ND	Test conditions	Performance requirements
12	4.7.1 Frequency and resonance resistance	D	4.7.1	Recording of measurements
	4.8.6 Bump		4.8.6	
	4.8.7 Vibration		4.8.7	
	4.8.8 Shock		4.8.8	
	<i>Final inspection</i>			
	4.7.1 Frequency and resonance resistance		4.7.1	$\Delta f \leq 5 \times 10^{-6}$ $\Delta R_1 < 10\%$
	4.5.2 Visual test B		4.5.2	4.5.2
13	4.7.5 Shunt capacitance C_0	ND	4.7.5	To be specified by the manufacturer
	4.7.8 Motional parameters		4.7.8	To be specified by the manufacturer
	Motional capacitance C_1 or Motional inductance L_1 and Motional resistance R_1			
	4.7.4 Unwanted responses		4.7.4	4.7.4 Ratio to be 2:1, unless otherwise specified