

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61338-1-2

Première édition
First edition
1998-07

**Résonateurs diélectriques à modes guidés –
Partie 1-2:
Informations générales et conditions d'essais –
Conditions d'essais**

**Waveguide type dielectric resonators –
Part 1-2:
General information and test conditions –
Test conditions**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61338-1-2:1998

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

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 60 000 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**

61338-1-2

Première édition
First edition
1998-07

Résonateurs diélectriques à modes guidés –

Partie 1-2:

**Informations générales et conditions d'essais –
Conditions d'essais**

Waveguide type dielectric resonators –

Part 1-2:

**General information and test conditions –
Test conditions**

© IEC 1998 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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	6
2 Références normatives.....	6
3 Conditions normales d'essai	8
4 Examen visuel et contrôle dimensionnel	8
5 Caractéristiques électriques	10
6 Essai de stockage	16
7 Vieillissement à haute température.....	16
8 Robustesse des sorties	18
9 Brasage	18
10 Variations rapides de température	20
11 Secousses	20
12 Vibrations.....	20
13 Chocs	20
14 Accélération constante	20
15 Essai climatique.....	20
16 Essai continu de chaleur humide	22
17 Basse pression atmosphérique.....	22
Figures	
1 Mesure de transmission.....	24
2 Montages d'essai pour résonateur.....	26
3 Réponse en fréquence pour les montages d'essai A, B et D	28
4 Réponse en fréquence pour le montage d'essai C.....	28
Annexe A – Recommandations générales pour les essais de type	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Standard conditions for testing	9
4 Visual examination and dimension control	9
5 Electrical characteristics	11
6 Storage test	17
7 High temperature ageing	17
8 Strength of terminations	19
9 Soldering	19
10 Rapid change of temperature	21
11 Bump	21
12 Vibration	21
13 Shock	21
14 Acceleration, steady state	21
15 Climatic test	21
16 Damp heat, steady state	23
17 Low air pressure	23
Figures	
1 Transmission measurement	25
2 Resonator test fixtures	27
3 Frequency response for test fixtures A, B and D	29
4 Frequency response for test fixture C	29
Annex A – General recommendations for type approval tests	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS – Partie 1-2: Informations générales et conditions d'essais – Conditions d'essais

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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61338-1-2 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/409/FDIS	49/415/RVD

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

La présente norme constitue la partie 1-2 de la CEI 61338.

La section 1 de la partie 1 «Informations générales» a été publiée comme CEI 61338-1-1.

La partie 1 complète couvre les informations générales, les conditions d'essais et la méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour les résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences.

La partie 2: Guide d'emploi des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés, sera publiée comme CEI 61338-2.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –
Part 1-2: General information and test conditions –
Test conditions

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61338-1-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

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

FDIS	Report on voting
49/409/FDIS	49/415/RVD

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

This standard forms part 1-2 of IEC 61338.

Section 1 of part 1 "General information" has been published as IEC 61338-1-1.

The entire part 1 will cover general information and test conditions and measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency.

Part 2: Guide to the use of waveguide type dielectric resonators, will be issued as IEC 61338-2.

Annex A forms an integral part of this standard.

RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

Partie 1-2: Informations générales et conditions d'essais –

Conditions d'essais

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61338 s'applique aux conditions d'essais pour les résonateurs diélectriques en mode TE et TEM.

L'article 5 décrit les méthodes de mesure qui permettent de juger les caractéristiques électriques dans les conditions de réception. Les articles 6 à 17 détaillent les essais destinés à vérifier l'aptitude d'un résonateur à maintenir ses caractéristiques électriques après une certaine période d'utilisation.

Après ces essais, et si spécifié au cours d'un ou plusieurs de ces essais, les spécimens répondront aux exigences relatives aux caractéristiques électriques.

L'annexe A donne un programme pour les essais de type, indiquant tous les essais possibles et l'ordre de leur exécution. Elle peut être utilisée comme une liste de contrôle pour définir un programme d'essai adapté à un cas particulier. Dans ce cas, il convient de tenir compte des points suivants:

- exigences électriques;
- essais à effectuer et ordre d'exécution (programme d'essai);
- sévérité des essais;
- définition des mesures à réaliser pendant et/ou après les essais afin de vérifier si tous les spécimens ont passé les essais avec succès;
- nombre de spécimens soumis aux essais et nombre de spécimens défectueux autorisé.

Les résonateurs diélectriques ayant servi aux essais de type, ne peuvent être ni utilisés sur l'équipement, ni mis dans des lots de livraison.

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 61338. 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 61338 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 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-7:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ga et guide: Accélération constante*

WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

Part 1-2: General information and test conditions –

Test conditions

1 Scope and object

This part of IEC 61338 is applicable to test conditions for TE and TEM mode dielectric resonators.

Clause 5 gives details of measurement methods, which permit the electrical characteristics of the resonator to be judged in the "as received" condition. Clauses 6 to 17 contain details of tests for assessing the ability of the resonator to maintain its electrical characteristics after a certain period of use.

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

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

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

After being subjected to these type approval tests, the dielectric resonators will not be used in the equipment or returned to bulk supply.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text constitute provisions of this part of IEC 61338. 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 61338 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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-7:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*

CEI 60068-2-21:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle 12 + 12 heures)*

CEI 60068-2-58:1989, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Td: Soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de soudage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 61338-1-3:—, *Méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences¹⁾*

3 Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essais spécifiées dans la CEI 60068-1 (température: 15 °C à 35 °C; humidité relative de 25 % à 75 % et pression atmosphérique de 86 kPa à 106 kPa).

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

Lorsque les essais sont effectués à une température différente de la température normale, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour cette température. La température ambiante pendant les mesures doit être mentionnée dans le procès-verbal des mesures.

NOTE – Pendant les mesures, il convient de ne pas soumettre les résonateurs à des conditions susceptibles de fausser les résultats des mesures.

4 Examen visuel et contrôle dimensionnel

Les dimensions doivent être vérifiées et elles doivent être conformes aux valeurs spécifiées.

1) A publier

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*

IEC 60068-2-58:1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of Surface Mounting Devices (SMD)*

IEC 61338-1-3:—, *Measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency¹⁾*

3 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the standard atmospheric conditions specified in IEC 60068-1 (temperature: 15 °C to 35 °C; relative humidity: 25 % to 75 %; air pressure: 86 kPa to 106 kPa).

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

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

NOTE – During measurement, the resonators should not be exposed to conditions likely to invalidate the results of the measurements.

4 Visual examination and dimension control

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

1) To be published.

5 Caractéristiques électriques

5.1 Généralités

La mesure du résonateur est faite pour déterminer, d'une part, les caractéristiques en transmission des résonateurs diélectriques: la fréquence de résonance f_0 , le facteur de qualité à vide Q_0 et le coefficient en température de la fréquence de résonance TCF et, d'autre part, les caractéristiques diélectriques des résonateurs diélectriques: permittivité relative ϵ' , facteur de perte $\tan\delta$ et le TCF .

Les caractéristiques électriques peuvent être mesurées selon des méthodes conventionnelles de mesures pour les caractéristiques de transmission des résonateurs en mode $TE_{01\delta}$ ou TEM et les résonateurs en mode $TE_{01\delta}$ utilisés pour des oscillateurs diélectriques. La méthode de mesure par réflexion est aussi possible, mais n'est pas habituellement utilisée en raison de son imprécision de mesure.

Cependant, une nouvelle méthode de mesure pour les caractéristiques diélectriques, qui est basée sur la mesure en transmission de la résonance en mode TE_{011} est donnée dans la CEI 61338-1-3.

Les résonateurs diélectriques se distinguent des autres résonateurs tels que les résonateurs à quartz, à céramique, à ondes acoustiques de surface, parce qu'ils sont réalisés sans boîtiers ni connexions. Comme les caractéristiques électriques des résonateurs en mode $TE_{01\delta}$ et TEM, dépendent de la dimension de leurs blindages conducteurs, il convient que la géométrie du montage d'essai et l'affaiblissement d'insertion à mesurer soient définis à l'avance entre le fournisseur et le client d'une manière précise.

5.2 Mesure des caractéristiques en transmission

5.2.1 Caractéristiques en transmission des résonateurs de type passe-bande en mode $TE_{01\delta}$ et TEM

a) Circuit de mesure

La figure 1 décrit le principe de la mesure en transmission avec un analyseur de réseau. Le signal radiofréquence est transmis de la porte 1 à la porte 2 par le montage d'essai du résonateur. Toutes ces connexions doivent être réalisées avec des câbles coaxiaux RF, dont l'impédance nominale doit être exactement égale à celle du système.

NOTE – Un impédancemètre vectoriel ou un autre appareil de mesure de résonateur peut être utilisé au lieu d'un analyseur de réseau.

b) Montage d'essai

Les montages d'essai A et B des figures 2a et 2b sont utilisés respectivement pour les mesures en transmission des modes $TE_{01\delta}$ et TEM. La distance entre le résonateur diélectrique et l'antenne-cadre ou l'antenne monopôle pour le mode TEM, au sommet de câbles semi-rigides, est ajustée pour que l'affaiblissement minimal d'insertion soit de 30 dB environ afin de diminuer la perte de couplage.

Pour le résonateur en mode $TE_{01\delta}$, il convient que la dimension du montage d'essai, c'est-à-dire le blindage conducteur soit défini à l'avance par le fournisseur et le client. Il convient que le matériau du montage d'essai soit un métal de haute conductivité, par exemple cuivre ou argent, car le facteur de qualité à vide dépend de la conductivité.

c) Méthode de mesure

Relier directement la porte 1 à la porte 2 par un câble coaxial et déterminer le niveau de référence par la procédure de calibration de l'analyseur de réseau.

Insérer le montage d'essai avec le résonateur. L'affaiblissement par rapport au niveau de référence donne l'affaiblissement d'insertion.

5 Electrical characteristics

5.1 General

The resonator measurement is made to determine, firstly, the transmission characteristics of dielectric resonators; resonance frequency f_0 , unloaded quality factor Q_u and temperature coefficient of resonance frequency TCF , and, secondly, the dielectric characteristics of dielectric resonators; relative permittivity ϵ' , loss factor $\tan\delta$ and TCF .

The electrical properties can be tested with conventional measurement methods for the transmission characteristics of $TE_{01\delta}$ or TEM mode resonators and of $TE_{01\delta}$ mode reaction type resonator for usage as dielectric oscillators. The reflection measurement method is also available, but is not popularly used due to its larger measurement error.

However, a new measurement method for the dielectric properties, which is based on a transmission measurement of TE_{011} mode resonance, is given in the IEC 61338-1-3.

Dielectric resonators are distinguished from other resonators such as quartz crystal, ceramic or SAW resonators, because they are made without metal cases or connectors. As the electrical properties of the $TE_{01\delta}$ and TEM mode resonators are dependent on their size of shielding conductors, the size of the test fixture and the insertion attenuation to be tested should be determined in advance between supplier and purchaser in a precise way.

5.2 Transmission characteristics measurement

5.2.1 Transmission characteristics of $TE_{01\delta}$ and TEM mode band-pass type resonators

a) Measurement circuit

Figure 1 shows the transmission measurement set-up with a network analyzer. The RF signal is fed from port 1 to port 2 through the resonator test fixture. All of these connections shall be made with RF coaxial cables, whose nominal impedance shall be exactly equal to the system impedance.

NOTE – A vector impedance meter or other resonator test equipment can be used instead of the network analyzer.

b) Test fixture

Test fixtures A and B in figures 2a and 2b are used for the transmission measurement of $TE_{01\delta}$ and TEM mode resonators, respectively. The distance between a dielectric resonator and coupling loop antenna, or coupling mono-pole antenna for TEM mode, at the top of semi-rigid cables, is adjusted so that the minimum insertion attenuation should be around 30 dB to decrease the coupling loss.

For the $TE_{01\delta}$ mode resonator, the size of test fixtures, i.e. shielding conductors, should be determined in advance between supplier and purchaser. The material of test fixtures should be chosen from a high conductivity metal such as copper or silver as the unloaded quality factor is dependent on the conductivity.

c) Measurement method

Connect port 1 and port 2 directly by a coaxial cable and determine the reference level by calibration procedure of the network analyzer.

Insert the test fixture with the resonator. The attenuation relative to the reference level is the insertion attenuation.

d) Caractéristiques électriques du résonateur

Un exemple d'affaiblissement d'insertion est donné en figure 3. L'affaiblissement minimal d'insertion est la valeur minimale d'affaiblissement d'insertion au voisinage de la fréquence nominale.

La fréquence centrale f_c est la moyenne arithmétique des deux fréquences pour lesquelles l'affaiblissement minimal d'insertion atteint une valeur spécifiée (par exemple 3 dB). La fréquence centrale se substitue à la fréquence de résonance f_0 .

Le facteur de qualité en charge Q_L est calculé par l'équation suivante:

$$Q_L = f_0 / \Delta f \quad (1)$$

où Δf est la différence entre les deux fréquences pour lesquelles l'affaiblissement relatif par rapport à l'affaiblissement minimal d'insertion atteint 3 dB.

Le facteur de qualité à vide Q_u est calculé par l'équation suivante:

$$Q_u = \frac{Q_L}{1 - 10^{-(IA_{\min}/20)}} \quad (2)$$

où IA_{\min} (dB) est l'affaiblissement minimal d'insertion.

Le coefficient en température de la fréquence de résonance TCF est donné par l'équation suivante:

$$TCF = \frac{1}{f_{\text{ref}}} \times \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{T - T_{\text{ref}}} \times 10^6 \quad (1 \times 10^{-6} / \text{K}) \quad (3)$$

où f_T et f_{ref} sont les fréquences de résonance à la température T et à la température de référence T_{ref} (T_{ref} est comprise entre 20 °C et 25 °C).

Il est à noter que le coefficient TCF d'un résonateur en mode $TE_{01\delta}$ dépend de ε' des spécimens, des dimensions et du coefficient de dilatation linéaire thermique du montage d'essai, et du TCF du support diélectrique.

NOTE – L'influence des dimensions, du coefficient de dilatation linéaire thermique du montage d'essai et du TCF du support diélectrique peut être éliminée par la mesure du TCF en utilisant la résonance en mode TE_{011} (voir 5.3).

Les caractéristiques en transmission des résonateurs en mode $TE_{01\delta}$ et TEM sont définies par f_0 , Q_u et TCF .

5.2.2 Caractéristiques en transmission des résonateurs de type coupe-bande en mode $TE_{01\delta}$

a) Circuit de mesure

Le même circuit que celui donné en figure 1 est utilisé.

b) Montage d'essai

Le montage d'essai C de la figure 2 est utilisé pour la mesure en transmission des résonateurs de type coupe-bande en mode $TE_{01\delta}$. L'affaiblissement d'insertion est déterminé par la distance entre le résonateur diélectrique et la ligne à microruban. Il convient que l'affaiblissement et la dimension du blindage conducteur soient définis à l'avance par le fournisseur et le client.

c) Méthode de mesure

Enlever le résonateur diélectrique du montage d'essai et mesurer le niveau de référence au voisinage de la fréquence nominale de résonance. Insérer le résonateur diélectrique à mesurer dans la position spécifiée sur le montage. L'affaiblissement par rapport au niveau de référence est l'affaiblissement d'insertion.

d) Resonator electrical characteristics

An example of insertion attenuation is shown in figure 3. The minimum insertion attenuation is the minimum value of the insertion attenuation in the vicinity of the nominal frequency.

The centre frequency f_c is the arithmetic mean of two frequencies at which the attenuation relative to the minimum insertion attenuation reaches a specified value (e.g. 3 dB). The centre frequency is substituted for resonance frequency f_0 .

The loaded quality factor Q_L is calculated by the following equation:

$$Q_L = f_0 / \Delta f \quad (1)$$

where Δf is the difference between the two frequencies at which the attenuation relative to the minimum insertion attenuation reaches 3 dB.

The unloaded quality factor Q_u is calculated by the following equation:

$$Q_u = \frac{Q_L}{1 - 10^{-(IA_{\min}/20)}} \quad (2)$$

where IA_{\min} (dB) is the minimum insertion attenuation.

The temperature coefficient of the resonance frequency TCF is given by the following equation:

$$TCF = \frac{1}{f_{\text{ref}}} \times \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{T - T_{\text{ref}}} \times 10^6 \quad (1 \times 10^{-6} / \text{K}) \quad (3)$$

where f_T and f_{ref} are the resonance frequencies at temperature T and reference temperature T_{ref} ($T_{\text{ref}} = 20^\circ\text{C}$ to 25°C).

It should be noted that the TCF of $TE_{01\delta}$ mode resonator is dependent on ε' of test specimens, dimensions and coefficient of thermal expansion of test fixture, and TCF of dielectric support.

NOTE – The effect of dimensions and thermal linear expansion coefficient of test fixtures and of TCF of dielectric support can be eliminated by measuring the TCF using TE_{011} mode resonance (see 5.3).

Transmission characteristics of $TE_{01\delta}$ and TEM mode resonators are determined by f_0 , Q_u and TCF .

5.2.2 Transmission characteristics of $TE_{01\delta}$ mode band-stop type resonator

a) Measurement circuit

The same circuit as in figure 1 is used.

b) Test fixture

Test fixture C in figure 2 is used for the transmission measurement of $TE_{01\delta}$ mode band-stop type resonators. The insertion attenuation is determined by the distance between the dielectric resonator and microstrip line. The insertion attenuation and the size of the shielding conductor should be determined in advance between supplier and purchaser.

c) Measurement method

Remove a dielectric resonator from test fixture and measure the reference level in the vicinity of the nominal resonance frequency. Place a dielectric resonator to be tested exactly on a specified position in the fixture. The attenuation relative to the reference level is the insertion attenuation.

d) Caractéristiques électriques des résonateurs

Un exemple d'affaiblissement d'insertion est donné en figure 4. La fréquence de résonance f_0 est la fréquence pour laquelle l'affaiblissement d'insertion est maximal.

L'affaiblissement d'insertion à cette fréquence est notée IA_{\max} (dB). Le facteur de qualité en charge Q_L est donné par l'équation suivante:

$$Q_L = f_0 / (f_4 - f_3) \quad (4)$$

où f_3 et f_4 sont les fréquences auxquelles l'affaiblissement d'insertion IA (dB) est égal à:

$$IA = 10 \log_{10} \frac{2}{1 + 10^{-(IA_{\max}/10)}} \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

Le facteur de qualité à vide Q_u est donné par la formule suivante:

$$Q_u = f_0 / (f_2 - f_1) \quad (6)$$

où f_1 et f_2 sont les fréquences pour lesquelles l'affaiblissement d'insertion IA (dB) est égal à:

$$IA = IA_{\max} - 10 \log_{10} \frac{2}{1 + 10^{-(IA_{\max}/10)}} \quad (\text{dB}) \quad (7)$$

5.3 Mesures des caractéristiques diélectriques

a) Circuit de mesure

Le même circuit que celui donné en figure 1 est utilisé.

b) Montage d'essai

Le montage d'essai D de la figure 2 est utilisé pour la mesure des caractéristiques diélectriques: ϵ' , $\tan \delta$ et TCF . La fréquence de résonance f_0 et le facteur de qualité à vide Q_u de la résonance du mode TE_{010} ou TE_{011} sont mesurées en utilisant le montage d'essai D.

Les caractéristiques diélectriques sont calculées à partir des valeurs mesurées de f_0 et Q_u . La description détaillée du montage est donnée dans la CEI 61338-1-3.

c) Méthode de mesure

Relier la porte 1 à la porte 2 (voir figure 1) par un câble et déterminer le niveau de référence par la procédure de calibration de l'analyseur de réseau. Insérer le montage d'essai avec le résonateur. L'affaiblissement par rapport au niveau de référence est l'affaiblissement d'insertion.

d) Caractéristiques électriques du résonateur

Pour l'affaiblissement d'insertion, un exemple est présenté en figure 3. La fréquence centrale f_c est la moyenne arithmétique des deux fréquences auxquelles l'affaiblissement par rapport à l'affaiblissement d'insertion minimal atteint une valeur spécifiée (par exemple 3 dB). La fréquence centrale est remplacée par la fréquence de résonance f_0 .

Le facteur de qualité en charge Q_L est calculé selon l'équation suivante:

$$Q_L = f_0 / \Delta f \quad (8)$$

dans laquelle Δf est la différence entre les deux fréquences auxquelles l'affaiblissement d'insertion par rapport à l'affaiblissement minimal atteint 3 dB.

d) Resonator electrical characteristics

An example of insertion attenuation is shown in figure 4. The resonance frequency f_0 is the frequency at which the insertion attenuation reaches maximum.

Insertion attenuation at this frequency is denoted as IA_{\max} (dB). The loaded quality factor Q_L is given by the following equation:

$$Q_L = f_0 / (f_4 - f_3) \quad (4)$$

where f_3 and f_4 are the frequencies at which the insertion attenuation IA (dB) is equal to:

$$IA = 10 \log_{10} \frac{2}{1 + 10^{-(IA_{\max}/10)}} \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

The unloaded quality factor Q_u is given by the following equation:

$$Q_u = f_0 / (f_2 - f_1) \quad (6)$$

where f_1 and f_2 are the frequencies at which the insertion attenuation IA (dB) is equal to:

$$IA = IA_{\max} - 10 \log_{10} \frac{2}{1 + 10^{-(IA_{\max}/10)}} \quad (\text{dB}) \quad (7)$$

5.3 Dielectric characteristics measurement

a) Measurement circuit

The same circuit as in figure 1 is used.

b) Test fixture

Test fixture D in figure 2 is used for the measurement of dielectric properties: ϵ' , $\tan \delta$ and TCF . The resonance frequency f_0 and unloaded Q_u of TE_{018} mode or TE_{011} mode resonance are measured by using test fixture D.

The dielectric properties are calculated from the measured f_0 and Q_u . Detailed description is given in IEC 61338-1-3.

c) Measurement method

Connect port 1 and port 2 in figure 1 directly by a cable and determine the reference level by calibration procedure of the network analyzer. Insert the test fixture with dielectric specimen. The attenuation relative to the reference level is the insertion attenuation.

d) Resonator electrical characteristics

An example of insertion attenuation is shown in figure 3. The centre frequency f_c is the arithmetic mean of two frequencies at which the attenuation relative to the minimum insertion attenuation reaches a specified value (e.g. 3 dB). The centre frequency is substituted for resonance frequency f_0 .

The loaded quality factor Q_L is calculated from the following equation:

$$Q_L = f_c / \Delta f \quad (8)$$

where Δf is the difference between the two frequencies at which the attenuation relative to the minimum insertion attenuation reaches 3 dB.

Le facteur de qualité à vide Q_u est calculé selon l'équation suivante:

$$Q_u = \frac{Q_L}{1 - 10^{-(IA_{\min}/20)}} \quad (9)$$

où IA_{\min} (dB) est l'affaiblissement minimal d'insertion qui est ajusté pour être approximativement de 30 dB.

La permittivité relative ε' et le facteur de pertes $\tan \delta$ sont calculés à partir de f_0 et de Q_u . La description détaillée des équations est donnée dans la CEI 61338-1-3.

Le coefficient de température de la fréquence de résonance TCF est donné par l'équation suivante:

$$TCF = -\frac{1}{2} TC \varepsilon - \alpha \quad (10)$$

où $TC\varepsilon$ et α sont le coefficient de température de ε' et le coefficient de la dilatation thermique d'un spécimen à l'essai.

Le coefficient de température de la fréquence de résonance TCF est donné par l'équation suivante:

$$TCF = \frac{1}{f_{\text{ref}}} \times \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{T - T_{\text{ref}}} \times 10^6 \quad (1 \times 10^{-6} / K) \quad (11)$$

dans laquelle f_T et f_{ref} sont les fréquences de résonance à la température T et à la température T_{ref} (T_{ref} est comprise entre 20 °C et 25 °C).

Dans le cas où une dépendance non-linéaire de la fréquence de résonance de la température est demandée, les coefficients de température de la fréquence de résonance de premier et de deuxième ordre, TCF' et TCF'' sont déterminés par l'équation suivante:

$$\frac{f_T - f_{\text{ref}}}{f_{\text{ref}}} = TCF' (T - T_{\text{ref}}) + TCF'' (T - T_{\text{ref}})^2 \quad (12)$$

TCF' et TCF'' sont calculés dans la gamme de températures de fonctionnement à partir des fréquences de résonance aux trois températures différentes T_{basse} , T_{ref} , $T_{\text{élevée}}$.

NOTE – Le TCF mesuré en utilisant le montage d'essai D (résonance du mode TE_{011}) satisfait approximativement à l'équation (10). Alors que le TCF mesuré en utilisant le montage d'essai A (résonance du mode TE_{018}) ne satisfait pas habituellement à l'équation (10) dû à la différence entre les coefficients de dilatation linéaire entre le spécimen et le montage d'essai. Une description détaillée est donnée dans la CEI 61338-1-3.

6 Essai de stockage

Sauf spécification contraire, le résonateur doit être stocké pendant 2 000 h sans fonctionner à la température minimale ou maximale spécifiée dans la gamme de températures de fonctionnement assignées ± 3 °C. A la fin de la période de stockage, avant de faire les mesures finales, le résonateur doit être maintenu dans des conditions atmosphériques normales d'essai, jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

7 Vieillessement à haute température

Le résonateur doit être maintenu à la température de (85 ± 3) °C sans fonctionner pendant 30 jours ou pendant la période spécifiée dans la spécification particulière correspondante. A la fin de la période d'essai, avant d'effectuer les mesures finales, le résonateur doit être maintenu dans les conditions atmosphériques normales d'essai jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

The unloaded quality factor Q_u is calculated from the following equation:

$$Q_u = \frac{Q_L}{1 - 10^{-(IA_{\min}/20)}} \quad (9)$$

where IA_{\min} (dB) is the minimum insertion attenuation which is adjusted to be around 30 dB.

The relative permittivity ϵ' and loss factor $\tan\delta$ are calculated from f_0 and Q_u . Detailed description of the calculation equations is given in IEC 61338-1-3.

Temperature coefficient of resonance frequency TCF is defined as the value which satisfies the following equation:

$$TCF = -\frac{1}{2} TC\epsilon - \alpha \quad (10)$$

where $TC\epsilon$ and α are the temperature coefficient of ϵ' and the coefficient of thermal expansion of the test specimen.

The TCF is practically determined by the following equation:

$$TCF = \frac{1}{f_{\text{ref}}} \times \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{T - T_{\text{ref}}} \times 10^6 \quad (1 \times 10^{-6} / \text{K}) \quad (11)$$

where f_T and f_{ref} are the resonance frequencies at temperature T and reference temperature T_{ref} ($T_{\text{ref}} = 20^\circ\text{C}$ to 25°C).

In the case when the non-linear dependence of resonance frequency on temperature is demanded, the first and second order temperature coefficients of resonance frequency TCF' and TCF'' , are determined by the following equation:

$$\frac{f_T - f_{\text{ref}}}{f_{\text{ref}}} = TCF' (T - T_{\text{ref}}) + TCF'' (T - T_{\text{ref}})^2 \quad (12)$$

The TCF' and TCF'' are calculated from the resonance frequencies at three different temperatures T_{low} , T_{ref} and T_{high} in the operating temperature range.

NOTE – The TCF measured by using the fixture D (TE_{011} mode resonance) approximately satisfies the equation (10). But the TCF measured by using the fixture A (TE_{018} mode resonance) does not usually satisfy the equation (10) due to the difference of coefficients of thermal expansion between dielectric specimen and test fixture. Detailed description is given in IEC 61338-1-3.

6 Storage test

Unless otherwise specified, the resonator shall be stored for 2 000 h without operation at the minimum or maximum temperature, as specified, of the rated operating temperature range $\pm 3^\circ\text{C}$. At the end of the storage period, before the final measurements are made, the resonator shall be kept under standard atmospheric conditions for testing until thermal equilibrium is attained.

7 High temperature ageing

The resonator shall be maintained at $(85 \pm 3)^\circ\text{C}$ in a non-operating state for 30 days or as specified in the relevant detail specification. At the end of the test period, before final measurements are made, the resonator shall be kept under standard atmospheric conditions for testing until thermal equilibrium is attained.

8 Robustesse des sorties

Cet essai doit être réalisé pour les résonateurs ayant des sorties, par exemple les résonateurs en mode TEM, conformément aux essais U_{a1} et U_{a2} de la CEI 60068-2-21.

9 Brasage

9.1 Résistance à la chaleur de brasage et à la dissolution de métallisation

A l'étude.

La méthode d'essai de résistance à la chaleur de brasage et à la dissolution de métallisation des dispositifs à montage en surface utilisant le bain de soudure est donnée dans la CEI 60068-2-58. Mais cet essai ne peut pas être appliqué aux dispositifs ayant de grandes dimensions avec une grande capacité de chaleur. Les méthodes d'essai telles que la méthode de brasage par fusion et la méthode de la lame chaude proposées pour les dispositifs à montage en surface seront définies dans un amendement à la CEI 60068-2-58 et seront appliquées pour les essais de résistance à la chaleur de brasage et la dissolution de métallisation.

9.2 Brasabilité des sorties

a) Méthode du bain de soudure

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode 1 de l'essai Ta, de la CEI 60068-2-20. Sauf spécification contraire, le bain d'alliage doit être chauffé à la température de $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

b) Essai au fer à souder

Cette méthode doit être utilisée lorsque la méthode précédente ne convient pas. Cet essai doit être effectué conformément à la méthode 2 de l'essai Ta de la CEI 60068-2-20.

9.3 Adhérence des électrodes métalliques

L'électrode métallique du spécimen doit d'abord être nettoyée avec un solvant organique approprié, ensuite coupée tous les 2 mm^2 à 10 mm^2 et enfin brasée tout le long du fil de cuivre sur l'électrode métallique avec le flux approprié.

Pour une électrode en argent, afin de diminuer l'influence du brasage, il convient d'utiliser une brasure contenant de l'argent.

Attacher le spécimen à l'appareil d'essai de traction ou toute autre machine appropriée, et appliquer la force de tension perpendiculairement à l'électrode métallisée. Contrôler les surfaces séparées et calculer l'adhérence T , à partir de la force appliquée pour séparer l'électrode, par la formule suivante:

$$T = \frac{P}{A} \quad (\text{Pa} / \text{m}^2) \quad (13)$$

où

P est la force moyenne, la force maximale à la séparation, en pascals;

A est la surface d'électrode métallisée séparée après l'essai, en mètres carrés.

8 Strength of terminations

The test shall be performed for resonators with terminations, e.g. TEM mode resonators, in accordance with tests U_{a1} and U_{a2} of IEC 60068-2-21.

9 Soldering

9.1 Resistance to soldering heat and to dissolution of metallization

Under consideration.

The test method of resistance to soldering heat and to dissolution of metallization of SMDs using a solder bath is given in IEC 60068-2-58. But this test may not be applicable to large size devices with large heat capacity. Test methods such as the reflow soldering method and the hot plate method are proposed for SMDs and will be assessed for reflow processes only in an amendment to IEC 60068-2-58. These methods will be applied for the test of resistance to soldering heat and to dissolution of metallization.

9.2 Solderability of terminations

a) Solder bath method

The test shall be performed in accordance with method 1 of test Ta of IEC 60068-2-20. The solder bath shall be heated to $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

b) Soldering iron method

The method shall be used when the above method is impracticable. The test shall be performed in accordance with method 2 of test Ta of IEC 60068-2-20.

9.3 Adhesion strength of metallized electrode

The metallized electrode of the specimen shall be cleaned with a suitable organic solvent, then cut to 2 mm^2 to 10 mm^2 and thereafter completely soldered along the copper wire with a suitable flux.

For a silver metallized electrode, to minimize solder leaching, silver-containing solder should be used.

Attach the specimen to the tensile tester or other suitable testing machine, and apply tension load perpendicularly to the metallized electrode. Inspect the separated surface and calculate the adhesion strength T , from the load applied to separate the metallized electrode, by the following formula:

$$T = \frac{P}{A} \quad (\text{Pa} / \text{m}^2) \quad (13)$$

where

P is the load at yield, at the maximum load at the separation, in pascals;

A is the area of separated metallized electrode after test, in square metres.

10 Variations rapides de température

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Na de la CEI 60068-2-14.

Les températures de la chambre à basse température et de la chambre à température élevée sont les températures extrêmes de la gamme de températures de fonctionnement prescrite dans la spécification particulière correspondante, les résonateurs étant maintenus à chaque température extrême pendant 30 min. Les résonateurs doivent être soumis à cinq cycles thermiques complets et ensuite placés dans les conditions atmosphériques normales de reprise pendant une période de temps qui ne peut être inférieure à 2 h.

11 Secousses

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Eb de la CEI 60068-2-29. Le résonateur est convenablement fixé par brides sur le corps du boîtier. Les secousses sont appliquées selon trois axes trirectangulaires dont un est parallèle aux sorties.

La spécification particulière correspondante doit prescrire le degré de sévérité de l'essai, conformément à l'essai Eb de la CEI 60068-2-29.

12 Vibrations

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Fc de la CEI 60068-2-6. Les vibrations sont appliquées selon trois axes trirectangulaires, dont un est parallèle aux sorties.

La spécification particulière correspondante doit prescrire le degré de sévérité de l'essai, conformément à l'essai Fc de la CEI 60068-2-6.

13 Chocs

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Ea de la CEI 60068-2-27. Les chocs sont appliqués selon trois axes trirectangulaires, dont un est parallèle aux sorties.

La spécification particulière correspondante doit prescrire le degré de sévérité de l'essai, conformément à l'essai Ea de la CEI 60068-2-27.

14 Accélération constante

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Ga de la CEI 60068-2-7. La procédure et le degré de sévérité doivent être conformes aux prescriptions de la spécification particulière correspondante.

15 Essai climatique

Les essais décrits de 15.1 à 15.3 peuvent être effectués en tant que séquence climatique, conformément à l'article 7 de la CEI 60068-1. Chaque essai applicable peut être effectué individuellement.

15.1 Chaleur sèche

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Ba de la CEI 60068-2-2, à la température de $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant 16 h, sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante.

10 Rapid change of temperature

The test shall be performed in accordance with test Na of IEC 60068-2-14.

The low and high test chamber temperatures are the extreme temperatures of the operating range stated in the relevant detail specification, the resonators being maintained for 30 min at each temperature extreme. The resonator shall be subjected to five complete thermal cycles and then exposed to standard atmospheric conditions for recovery for not less than 2 h.

11 Bump

This test shall be performed in accordance with test Eb of IEC 60068-2-29. The resonator is suitably mounted with clamps on the body. The bumps are applied in three mutually perpendicular axes, one of which is parallel to the terminations.

The relevant detail specification shall specify the degree of severity in accordance with test Eb of IEC 60068-2-29.

12 Vibration

The test shall be performed in accordance with test Fc of IEC 60068-2-6. The vibration is applied in three mutually perpendicular axes, one of which is parallel to the terminations.

The relevant detail specification shall specify the degree of severity in accordance with test Fc of IEC 60068-2-6.

13 Shock

The test shall be performed in accordance with test Ea of IEC 60068-2-27. The shock is applied in three mutually perpendicular axes, one of which is parallel to the terminations.

The relevant detail specification shall specify the degree of severity in accordance with test Ea of IEC 60068-2-27.

14 Acceleration, steady state

The test shall be performed in accordance with test Ga of IEC 60068-2-7. The procedure and severity shall be stated in the relevant detail specification.

15 Climatic test

The test described in 15.1 to 15.3 can be performed as a climatic sequence test according to clause 7 of IEC 60068-1. Where applicable, each test can be performed as an individual test.

15.1 Dry heat

The test shall be performed in accordance with test Ba of IEC 60068-2-2, at $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 16 h, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

15.2 Essai cyclique de chaleur humide

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante, cet essai doit être effectué conformément à l'essai Db de la CEI 60068-2-30, pendant un cycle de 24 h.

15.3 Froid

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante, cet essai doit être effectué conformément à l'essai Aa de la CEI 60068-2-1, à la température de $(-40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pendant 2 h.

16 Essai continu de chaleur humide

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Ca de la CEI 60068-2-3, en utilisant le degré de sévérité correspondant à la catégorie climatique du résonateur en essai.

17 Basse pression atmosphérique

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai M de la CEI 60068-2-13, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

15.2 Damp heat, cyclic

The test shall be performed in accordance with test Db of IEC 60068-2-30, for one cycle of 24 h, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

15.3 Cold

The test shall be performed in accordance with test Aa of IEC 60068-2-1, at $(-40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for 2 h, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

16 Damp heat, steady state

The test shall be performed in accordance with test Ca of IEC 60068-2-3, using a degree of severity corresponding to the climatic category of the resonator under test.

17 Low air pressure

The test shall be performed in accordance with test M of IEC 60068-2-13, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

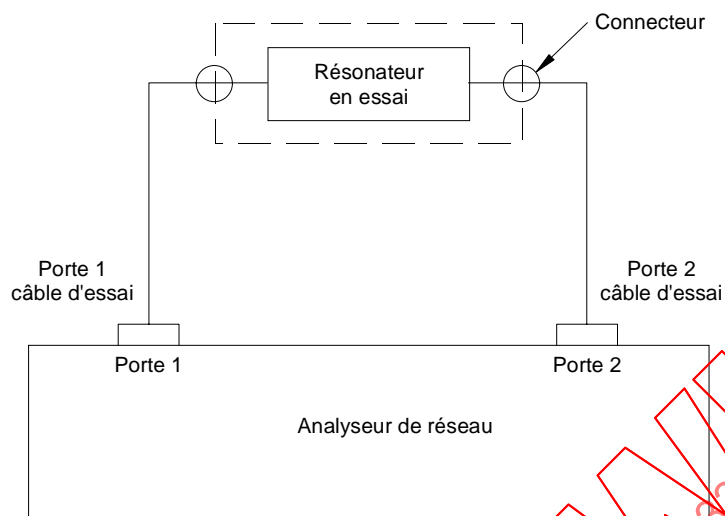
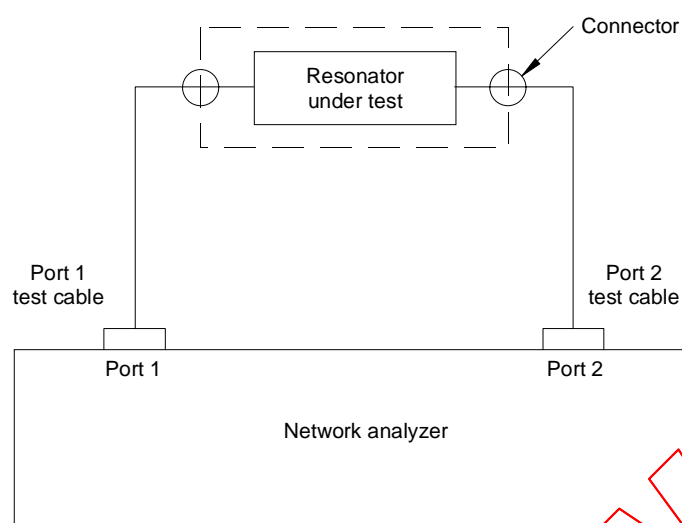


Figure 1 – Mesure de transmission



IEC 873/98

Figure 1 – Transmission measurement

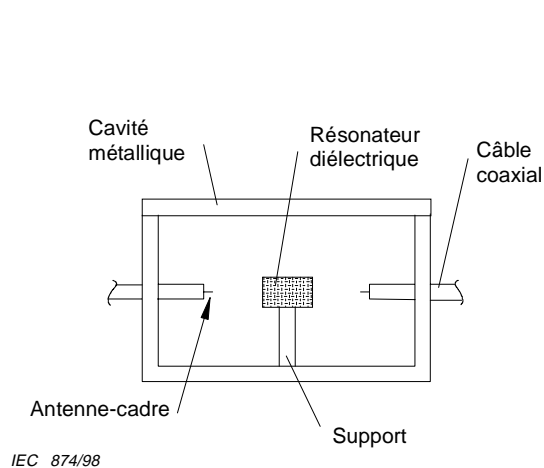


Figure 2a – Montage d'essai A

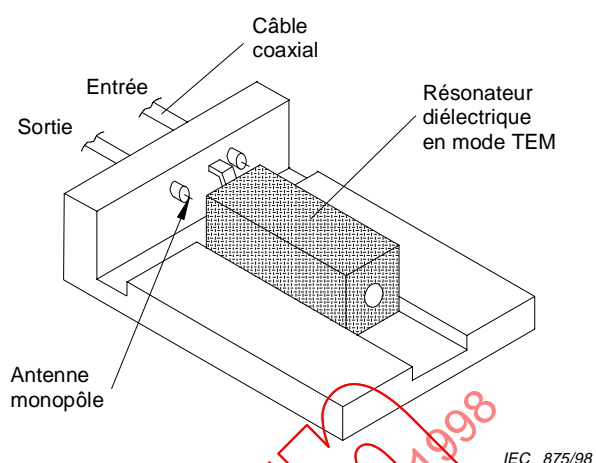


Figure 2b – Montage d'essai B

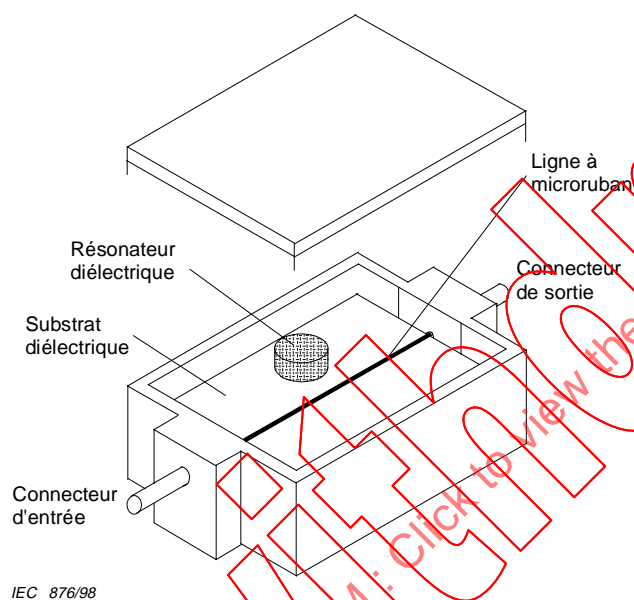


Figure 2c – Montage d'essai C

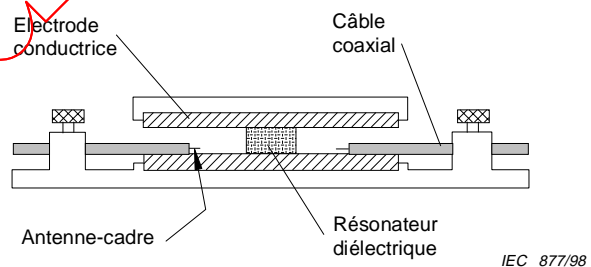


Figure 2d – Montage d'essai D

Figure 2 – Montages d'essai pour résonateur

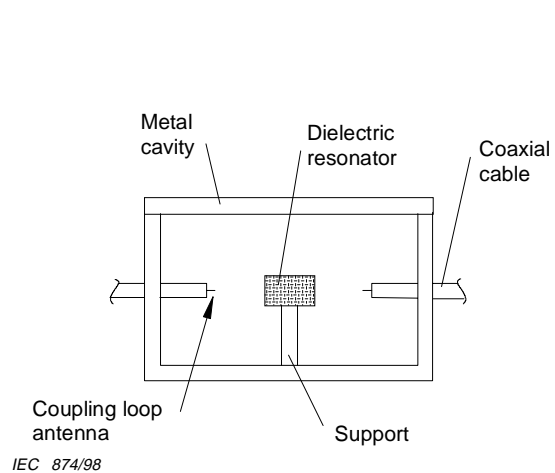


Figure 2a – Test fixture A

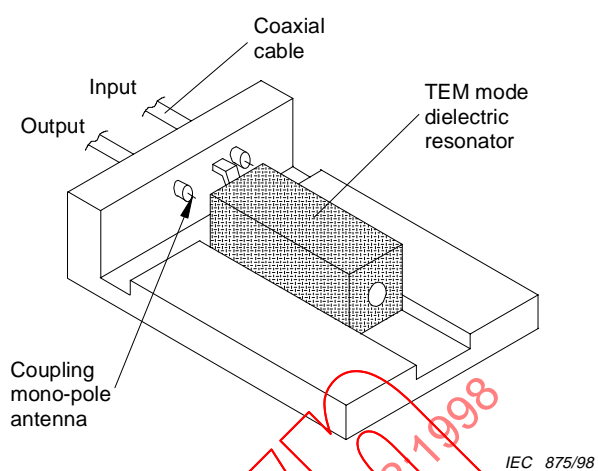


Figure 2b – Test fixture B

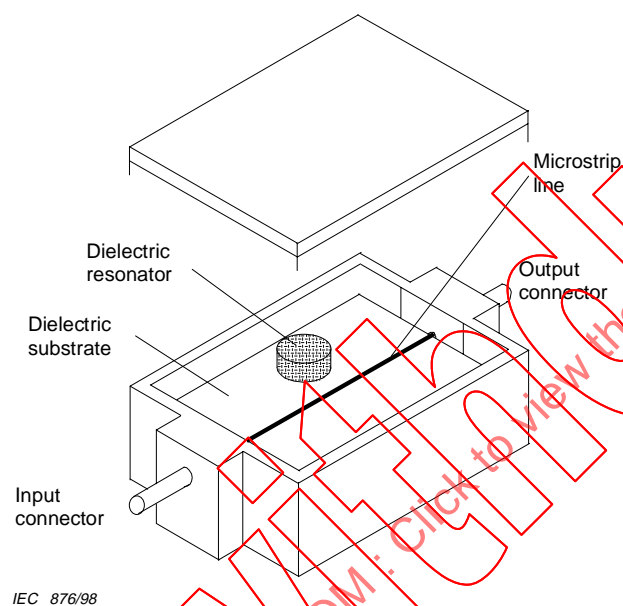


Figure 2c – Test fixture C

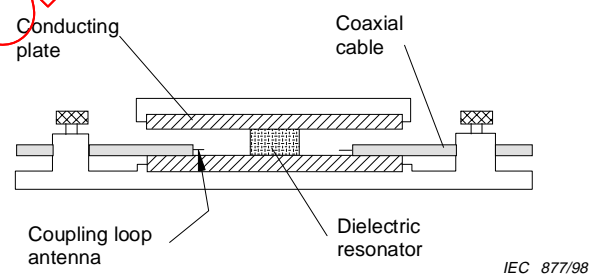


Figure 2d – Test fixture D

Figure 2 – Resonator test fixtures

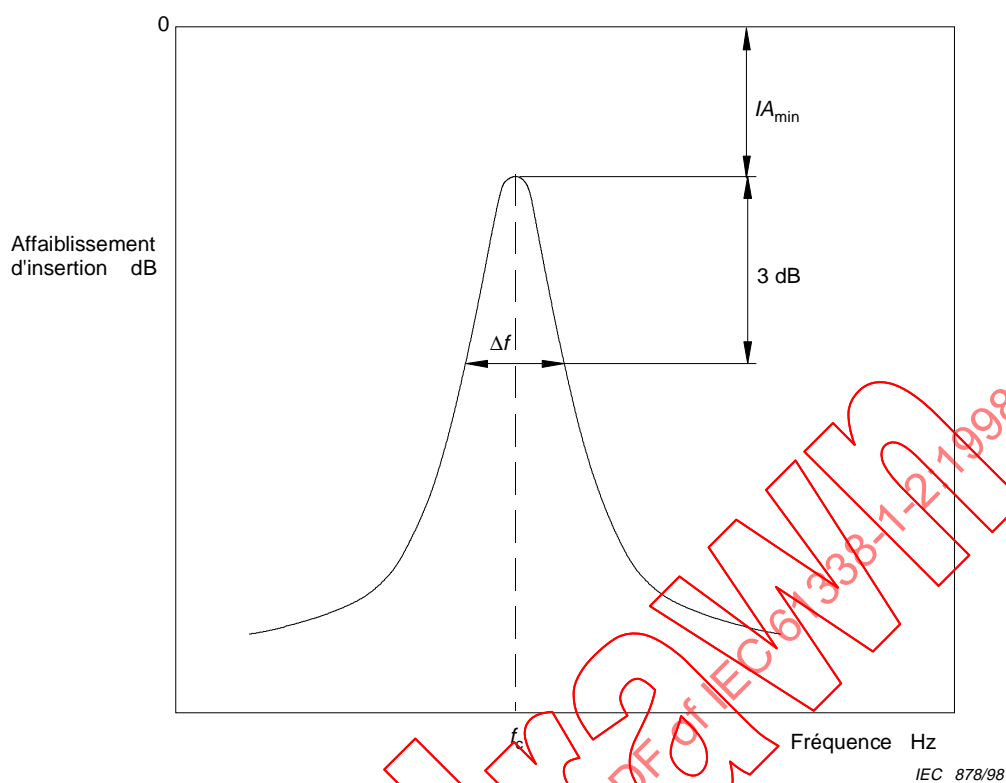


Figure 3 – Réponse en fréquence pour les montages d'essai A, B et D

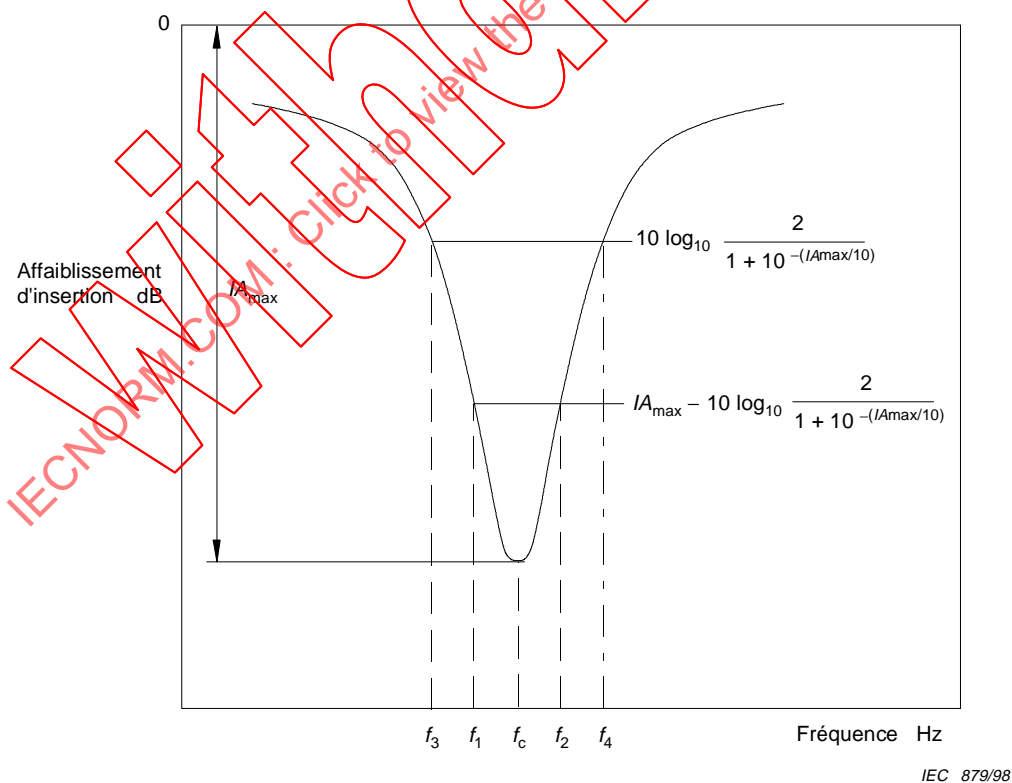


Figure 4 – Réponse en fréquence pour le montage d'essai C

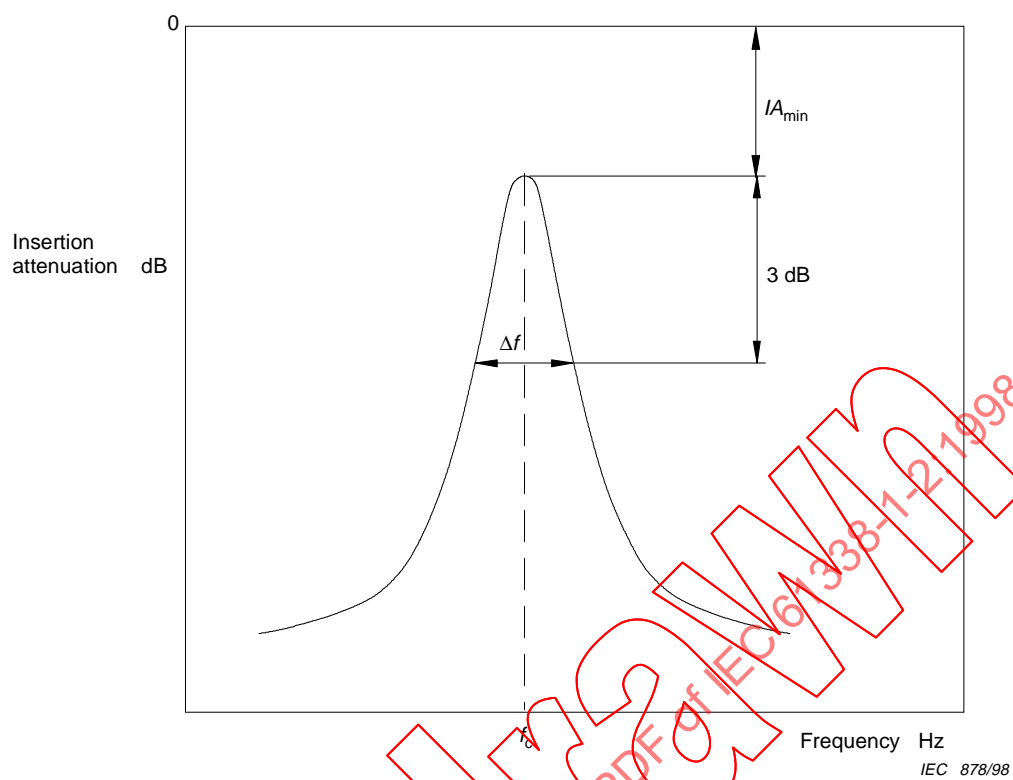


Figure 3 – Frequency response for test fixtures A, B and D

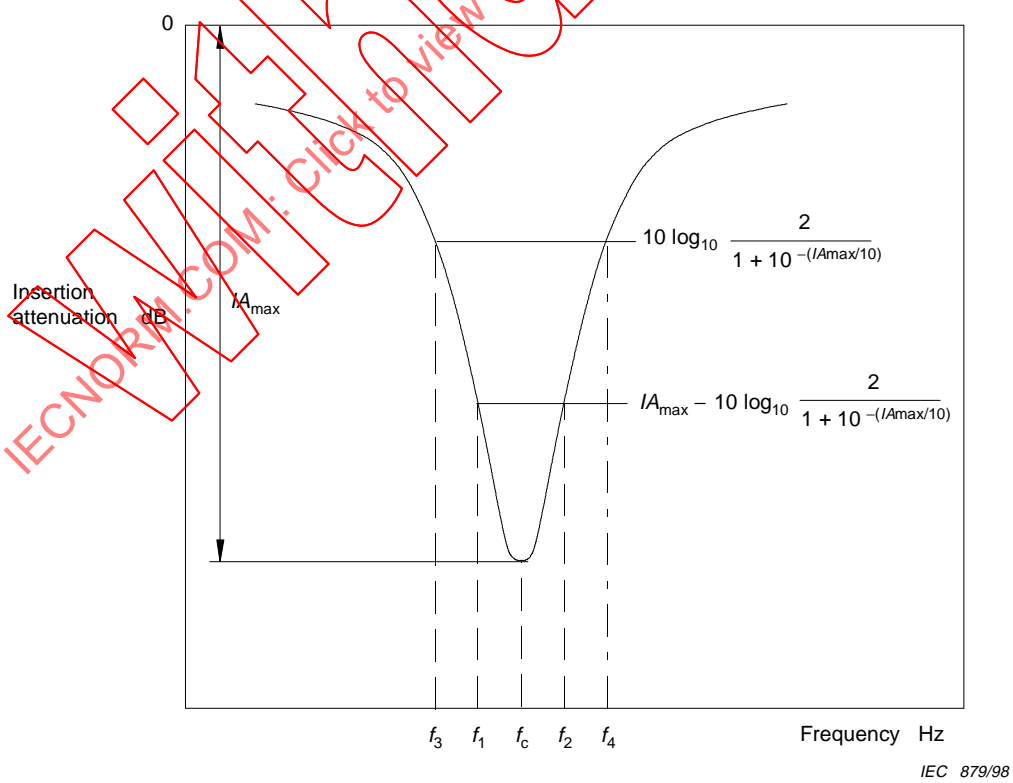


Figure 4 – Frequency response for test fixture C

Annexe A (normative)

Recommandations générales pour les essais de type

A.1 Définitions

A.1.1 Type

Un type englobe les résonateurs diélectriques de construction analogue réalisés par le même fabricant.

NOTE – La réalisation d'un type couvre la combinaison:

- des caractéristiques électriques;
- des caractéristiques d'environnement;
- de la construction;
- de l'encombrement.

A.1.2 Approbation de type

L'approbation de type est la décision prise par l'autorité compétente (l'utilisateur lui-même ou son mandataire), selon laquelle un fabricant donné peut être considéré comme capable de réaliser, en quantité raisonnable, le type répondant à la spécification.

A.1.3 Essais de type

Les essais de type d'un résonateur diélectrique sont la série complète des essais à effectuer sur un certain nombre de spécimens représentatifs du type, en vue de déterminer si un fabricant donné peut être considéré comme capable de réaliser des produits conformes à la spécification.

A.2 Programme des essais de type

A.2.1 Le nombre approprié de spécimens à essayer et le nombre de défauts admis doivent être agréés par l'utilisateur et par le fabricant.

NOTE – Les résultats de certains essais sont indépendants de certaines caractéristiques de type, par exemple, le résultat de l'essai de chaleur humide ne dépend généralement que de la conception de l'enveloppe. Dans ce cas, cet essai ne doit pas être effectué sur des spécimens de chaque type particulier.

A.2.2 Tous les spécimens doivent être soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué ci-dessous:

Essai	Article de la présente norme	Essai de la CEI 60068
Examen visuel	4	–
Caractéristiques électriques	5	–

Annex A (normative)

General recommendations for type approval tests

A.1 Definitions

A.1.1 Type

Dielectric resonator of one design made by one manufacturer.

NOTE – The design of a type covers the combination of:

- electrical characteristics;
- environmental characteristics;
- construction;
- outline.

A.1.2 Type approval

Decision by the proper authority (the user himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered capable of producing in reasonable quantities the type meeting the specification.

A.1.3 Type approval test of a dielectric resonator

Complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered capable of producing resonators meeting the specification.

A.2 Schedule of type approval tests

A.2.1 The appropriate number of specimens to be tested and number of permissible failures shall be agreed upon between the user and the manufacturer.

NOTE – The results of some tests are independent of certain type characteristics, e.g. the result of the damp heat test generally depends on the enclosure design only. In this case, the test needs not be carried out on samples from each individual type.

A.2.2 All specimens shall be subjected to the following tests in the order stated below:

Test	Clause of this standard	Test of IEC 60068
Visual examination	4	–
Electrical characteristics	5	–