IEC 61338-2

Edition 1.0 2004-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Waveguide type dielectric resonators – Part 2: Guidelines for oscillator and filter applications

Résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 2: Lignes directrices pour l'application aux filtres et aux oscillateurs

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX V

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-1338-4

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 5

1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Technical overview 8
4 Fundamentals of waveguide type dielectric resonators 8
4.1 Principle of operation 8
4.2 Basic structure 9
5 Dielectric resonator characteristics 9
5.1 Characteristics of dielectric resonator materials 9
5.2 Characteristics of shielding conductor 10
5.3 Characteristics of resonance modes 10
5.4 Example of applications 16
6 Application guide for oscillators 17
6.1 Practical remarks for oscillators 17
6.2 Oscillator using $TE_{01\delta}$ mode resonator 18
6.3 Oscillator using TEM mode resonator 19

Annex A (normative) 29

Bibliography 30

Figure 1 – Electromagnetic wave passing through a dielectric waveguide with relative permittivity ε' 20
Figure 2 – $TE_{01\delta}$ mode, TM_{010} mode, and quarter wavelength TEM mode dielectric resonators 20
Figure 3 – Equivalent circuits of dielectric resonator coupled to external circuit 21
Figure 4 – Cross-section of $TE_{01\delta}$ mode resonator with excitation terminal 21
Figure 5 – Dimension of $TE_{01\delta}$ mode resonator 22
Figure 6 – Mode chart for $TE_{01\delta}$ mode resonator 22
Figure 7 – Cross-section of TM_{010} mode resonator with excitation terminal 22
Figure 8 – Rectangular type λ/4 TEM mode resonator mounted on PWB 23
Figure 9 – TEM mode resonator with metal terminal moulded by resin 23
Figure 10 – Cylinder type and rectangular type λ/4 TEM mode resonators 23
Figure 11 – λ/4 TEM mode resonators with stepped inner diameter 23
Figure 12 – Microstripline resonator 24
Figure 13 – Stripline resonator 24
Figure 14 – Example of a frequency tuning mechanism of a dielectric resonator 24
Figure 15 – Example of a reflection-type oscillator 25
Figure 16 – Example of a feedback-type oscillator 25
Figure 17 – Simplified diagram of a reflection-type oscillator 25

Figure 18 – Example of a reflection-type voltage-controlled oscillator 26
Figure 19 – Example of a feedback-type voltage-controlled oscillator 26
Figure 20 – Configuration of VCO using a TEM mode resonator 26

Table 1 – Characteristics of available dielectric resonator materials 27
Table 2 – Characteristics of substrate materials 27
Table 3 – Comparison of size and unloaded Q of dielectric resonators with three resonance modes 27
Table 4 – Example of applications 28
Table A.1 – References to relevant publications 29

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

Part 2: Guidelines for oscillator and filter applications

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This standard cancels and replaces IEC/PAS 61338-2 published in 2000. This first edition constitutes a technical revision.

This bilingual version (2014-02) corresponds to the monolingual English version, published in 2004-05.

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

FDIS	Report on voting
49/656/FDIS	49/674/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IEC 61338 consists of the following parts, under the general title *Waveguide type dielectric resonators:*

Part 1: Generic specification [1]

Part 1-1: General information and test conditions – General information [2]

Part 1-2: General information and test conditions – Test conditions [2]

Part 1-3: General information and test conditions – Measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency

Part 1-4: General information and test conditions – Measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at millimeter-wave frequency [3]

Part 2: Guidelines for oscillator and filter applications (the present standard)

Part 4: Sectional specification [1]

Part 4-1: Blank detail specification [1]

---

1 To be published.

2 To be replaced by IEC 61338-1 in the near future.

3 Under consideration.

INTRODUCTION

This part of IEC 61338 gives practical guidance on the use of waveguide type dielectric resonators that are used in telecommunications and radar systems (for general information, standard values, and test conditions, see the other parts of this series).

The features of these dielectric resonators are small size without degradation of quality factor, low mass, high reliability and high stability against temperature and ageing. The dielectric resonators are suitable for applications to miniaturized oscillators and filters with high performance.

This standard has been compiled in response to a generally expressed desire on the part of both users and manufacturers for guidelines for the use of dielectric resonators, so that the resonators may be used to their best advantage. For this purpose, general and fundamental characteristics have been explained in this standard.

WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

Part 2: Guidelines for oscillator and filter applications

1 Scope

This part of IEC 61338, which contains guidelines for use, is limited to the waveguide type dielectric resonators that are used for oscillator and filter applications. These types of resonators are now widely used in oscillators for direct broadcasting or communication satellite systems, oscillators for radio links, voltage-controlled oscillators for mobile communication systems and so on. In addition, these dielectric resonators are also used as an essential component of miniaturized filters for the same kind of applications.

It is not the aim of this standard either to explain theory or to attempt to cover all the eventualities that may arise in practical circumstances. This standard draws attention to some of the more fundamental questions, which should be considered by the user before he places an order for dielectric resonators for a new application. Such a procedure will be the user's insurance against unsatisfactory performance.

Standard specifications, such as those in the IEC 61338 series and national specifications or detail specifications issued by manufacturers, will define the available combinations of resonance frequency, the quality factor, the temperature coefficient of resonance frequency, etc. These specifications are compiled to include a wide range of dielectric resonators with standardized performances. It cannot be over-emphasized that the user should, wherever possible, select his dielectric resonators from these specifications, when available, even if it may lead to making small modifications to his circuit to enable standard resonators to be used. This applies particularly to the selection of the nominal frequency.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations*

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

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

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

IEC 60068-2-58, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 61338-1-1, *Waveguide type dielectric resonators – Part 1-1: General information and test conditions – General information*

IEC 61338-1-2, *Waveguide type dielectric resonators – Part 1-2: General information and test conditions – Test conditions*

IEC 61338-1-3, *Waveguide type dielectric resonators – Part 1-3: General information and test conditions – Measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 34
INTRODUCTION 36

1 Domaine d'application 37
2 Références normatives 37
3 Aperçu technique 38
4 Principes essentiels des résonateurs diélectriques à modes guidés 39
4.1 Principe de fonctionnement 39
4.2 Structure de base 39
5 Caractéristiques de résonateur diélectrique 40
5.1 Caractéristiques des matériaux de résonateur diélectrique 40
5.2 Caractéristiques des conducteurs de blindage 42
5.3 Caractéristiques des modes de résonance 42
5.4 Exemples d'applications 48
6 Guide d'application pour oscillateurs 48
6.1 Remarques pratiques pour oscillateurs 48
6.2 Oscillateur avec résonateur en mode $TE_{01\delta}$ 49
6.3 Oscillateur avec résonateur en mode TEM 51

Annexe A (normative) Liste de contrôle des spécifications du résonateur diélectrique 60

Bibliographie 62

Figure 1 – Onde électromagnétique passant par un guide d'ondes diélectrique avec permittivité relative de ε' 51
Figure 2 – Résonateurs diélectriques en mode $TE_{01\delta}$, en mode TM_{010} et en mode TEM avec un quart de longueur d'onde 51
Figure 3 – Circuits équivalents du résonateur diélectrique couplé à un circuit externe 52
Figure 4 – Section du résonateur en mode $TE_{01\delta}$ avec borne d'excitation 52
Figure 5 – Dimension du résonateur en mode $TE_{01\delta}$ 53
Figure 6 – Graphique de mode du résonateur en mode $TE_{01\delta}$ 53
Figure 7 – Section du résonateur en mode TM_{010} avec borne d'excitation 53
Figure 8 – Résonateur en mode TEM λ/4 de type rectangulaire monté sur une carte de circuit imprimé 54
Figure 9 – Résonateur en mode TEM avec borne métallique moulée en résine 54
Figure 10 – Résonateurs en mode TEM λ/4 de type rectangulaire et cylindrique 54
Figure 11 – Résonateurs en mode TEM λ/4 avec diamètre interne à pas 54
Figure 12 – Résonateur à ligne microruban 55
Figure 13 – Résonateur à ligne ruban 55
Figure 14 – Exemple de mécanisme d'ajustement de fréquence d'un résonateur diélectrique 55
Figure 15 – Exemple d'oscillateur en réflexion 56
Figure 16 – Exemple d'oscillateur à rétroaction 56
Figure 17 – Schéma simplifié d'oscillateur en réflexion 56

Figure 18 – Exemple d'oscillateur à commande par tension en réflexion 57
Figure 19 – Exemple d'oscillateur à commande par tension à rétroaction 57
Figure 20 – Configuration d'oscillateur à commande par tension avec résonateur en mode TEM 57

Tableau 1 – Caractéristiques des matériaux disponibles de résonateur diélectrique 58
Tableau 2 – Caractéristiques des matériaux substrats 58
Tableau 3 – Comparaison de la taille et du facteur de qualité à vide *Q* des résonateurs diélectriques à trois modes de résonance 58
Tableau 4 – Exemples d'applications 59
Tableau A.1 – Références aux publications pertinentes 60

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

Partie 2: Lignes directrices pour l'application aux filtres et aux oscillateurs

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 61338-2 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.

La présente norme annule et remplace la CEI/PAS 61338-2 publiée en 2000. Cette première édition constitue une révision technique.

La présente version bilingue (2014-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2004-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 49/656/FDIS et 49/674/RVD.

Le rapport de vote 49/674/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

La CEI 61338 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Résonateurs diélectriques à modes guidés:*

Partie 1: Spécification générique [1]

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

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

Partie 1-3: Informations générales et conditions d'essais – Méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour les résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences

Partie 1-4: Informations générales et conditions d'essais – Méthode de mesure de permittivité relative complexe des matériaux des résonateurs diélectriques fonctionnant à des fréquences millimétriques [3]

Partie 2: Lignes directrices pour l'application aux filtres et aux oscillateurs (présente norme)

Partie 4: Spécification intermédiaire [1]

Partie 4-1: Spécification particulière cadre [1]

---

1 A publier.

2 A remplacer par la CEI 61338-1 dans un futur proche.

3 A l'étude.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61338 indique des lignes directrices pratiques sur l'exploitation des résonateurs diélectriques à modes guidés utilisés dans les systèmes de télécommunication et de radar (pour des informations générales, des valeurs normalisées et des conditions d'essais, voir les autres parties de cette série).

Ces résonateurs diélectriques se distinguent par leur petite taille, l'absence de dégradation de leur facteur de qualité, leur faible masse, leur niveau de fiabilité élevé et leur stabilité supérieure malgré les variations de température et le vieillissement. Les résonateurs diélectriques conviennent aux applications impliquant des oscillateurs et des filtres miniaturisés hautes performances.

La présente norme a été rédigée après que les utilisateurs et les fabricants ont généralement exprimé le besoin de lignes directrices pour l'utilisation des résonateurs diélectriques, de sorte que les résonateurs puissent être utilisés au mieux. A cette fin, leurs caractéristiques générales et fondamentales sont explicitées dans la présente norme.

RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

Partie 2: Lignes directrices pour l'application aux filtres et aux oscillateurs

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61338, qui contient des directives d'utilisation, se limite aux résonateurs diélectriques à modes guidés utilisés dans des applications impliquant des oscillateurs et des filtres. Ces types de résonateurs sont maintenant largement utilisés avec des oscillateurs pour systèmes de radiodiffusion directe ou de télécommunication par satellite, des oscillateurs pour liaisons radio, des oscillateurs à commande par tension pour systèmes de communications mobiles, etc. Par ailleurs, ces résonateurs diélectriques sont également utilisés comme composant essentiel des filtres miniaturisés pour le même type d'applications.

La présente norme n'a pas pour objectif de fournir des explications théoriques ni d'essayer d'aborder toutes les éventualités pouvant survenir dans la pratique. Cette norme attire l'attention sur certaines des questions les plus fondamentales qu'il convient que l'utilisateur prenne en compte avant de commander des résonateurs diélectriques pour une nouvelle application. Cette procédure permettra à l'utilisateur de se prémunir contre toute performance insatisfaisante.

Les spécifications normalisées, telles que celles de la série CEI 61338 et les spécifications nationales ou particulières publiées par les fabricants, définiront les combinaisons disponibles de fréquences de résonance, le facteur de qualité, le coefficient de température de la fréquence de résonance, etc. Ces spécifications sont rédigées dans le but d'inclure une vaste gamme de résonateurs diélectriques aux performances normalisées. Il est capital de rappeler qu'il convient que l'utilisateur, dans la mesure du possible, sélectionne ses résonateurs diélectriques compte tenu de ces spécifications, le cas échéant, même si cela peut impliquer de légères modifications du circuit afin de permettre l'utilisation de résonateurs normalisés. Ceci s'applique plus particulièrement à la sélection de la fréquence nominale.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

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

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

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

IEC 60068-2-7,*Essais d'environnement – Partie 2-7 :Essais – Essai Ga: Accélération constante*

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

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

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la soudabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs plombés*

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

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

IEC 60068-2-29, *Environmental testing – Part 2-29: Tests – Test Eb and guidance: Bump (disponible en anglais uniquement)*

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

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

CEI 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 61338-1-1, *Résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 1-1: Informations générales et conditions d'essais – Informations générales*

CEI 61338-1-2, *Résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 1-2: Informations générales et conditions d'essais – Conditions d'essais*

CEI 61338-1-3, *Résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 1-3: Informations générales et conditions d'essais – Méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour les résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences*