

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1338-1-1**

Première édition  
First edition  
1996-02

---

---

**Résonateurs diélectriques à modes guidés –**

**Partie 1:  
Informations générales et conditions d'essais –  
Section 1: Informations générales**

**Waveguide type dielectric resonators –**

**Part 1:  
General information and test conditions –  
Section 1: General information**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1338-1-1: 1996

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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  
1338-1-1

Première édition  
First edition  
1996-02

---

---

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

**Waveguide type dielectric resonators –  
Part 1:  
General information and test conditions –  
Section 1: General information**

© CEI 1996 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

M

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    Référence normative .....	6
3    Termes et définitions .....	6
3.1    Termes généraux .....	6
3.2    Types de résonateurs diélectriques .....	10
3.3    Propriétés opérationnelles .....	12
4    Marquage .....	14
Figures .....	16

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61338-1-1:1996

Withdrawn

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
Clause	
1 Scope and object .....	7
2 Normative reference .....	7
3 Terms and definitions .....	7
3.1 General terms .....	7
3.2 Dielectric resonator types .....	11
3.3 Operational properties .....	13
4 Marking .....	15
Figures .....	17

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61338-1-1:1996

Withdrawing

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS – Partie 1: Informations générales et conditions d'essais – Section 1: Informations générales

### 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 des 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 1338-1-1 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/307/FDIS	49/323/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 section 1 de la partie 1 de la CEI 1338.

La section 2 de la partie 1 «Conditions d'essais» sera publiée comme la CEI 1338-1-2. La partie 1 complète couvre les informations générales et les conditions d'essais.

Cette norme forme, en outre, la partie 1 d'une série de publications traitant des résonateurs diélectriques à modes guidés, dont les autres parties sont:

- partie 2: Guide d'emploi des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés, qui sera publiée comme CEI 1338-2;
- partie 3: Encombrements normalisés, qui sera publiée comme CEI 1338-3.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –  
Part 1: General information and test conditions –  
Section 1: General information**

## 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 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, 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. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1338-1-1 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
49/307/FDIS	49/323/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 section 1 of part 1 of IEC 1338.

Section 2 of part 1 "Test conditions" will be published as IEC 1338-1-2. The entire part 1 covers general information and test conditions.

In addition, this standard forms part 1 of a series of publications dealing with waveguide type dielectric resonators. The other parts are:

- part 2: Guide to the use of waveguide type dielectric resonators, which will be issued as IEC 1338-2;
- part 3: Standard outlines, which will be issued as IEC 1338-3.

# RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

## Partie 1: Informations générales et conditions d'essais –

### Section 1: Informations générales

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 1338-1 est applicable aux résonateurs diélectriques à modes guidés.

Il convient qu'elle soit lue conjointement avec la CEI 68.

La présente section donne des informations générales et les méthodes concernant les mesures et les essais communs à de nombreux modèles des résonateurs diélectriques à modes guidés. (Les conditions d'essais sont à l'étude.)

L'application des essais à chaque modèle d'un résonateur diélectrique à modes guidés et les conditions spécifiques requises associées à chaque essai figurent dans la spécification particulière relative à chaque modèle.

En cas de désaccord entre ces spécifications et les spécifications particulières, ce sont ces dernières qui font foi.

L'objet de la présente section est d'établir des conditions uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des résonateurs diélectriques à modes guidés, décrire les méthodes d'essais, et donner des directives pour l'utilisation des des résonateurs diélectriques à modes guidés.

#### 2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 1338-1. 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 section de la CEI 1338-1 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68: *Essais d'environnement*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1338-1, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

##### 3.1 Termes généraux

**3.1.1 matériau diélectrique:** Matériau qui possède principalement des caractéristiques diélectriques.

NOTE – Le matériau diélectrique défini ci-dessus est utilisé pour des résonateurs utilisés en haute fréquence, dans la gamme UHF ou SHF. En conséquence, il faut que le matériau diélectrique ait une forte constante diélectrique, un faible facteur de pertes, et un faible coefficient de température de la permittivité.

# WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

## Part 1: General information and test conditions –

### Section 1: General information

#### 1 Scope and object

This section of IEC 1338-1 applies to waveguide type dielectric resonators.

It is to be used in conjunction with IEC 68.

This section provides general information and methods concerning measurements and tests common to many types of waveguide type dielectric resonators. (The test conditions are under consideration.)

The applicability of these tests to each type of waveguide type dielectric resonators and the specific requirements for each test are given in the detail specification relating to each type.

Should conflict arise between these specifications and the detail specifications, the latter will take precedence.

The object of this section is to establish uniform conditions for assessing the mechanical, electrical and climatic properties of waveguide type dielectric resonators, to describe test methods and to give guidance on waveguide type dielectric resonators.

#### 2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 1338-1. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 1338-1 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68: *Environmental testing*

#### 3 Terms and definitions

For the purpose of this section of IEC 1338-1 the following terms and definitions apply.

##### 3.1 General terms

##### 3.1.1 dielectric material: Material which predominantly exhibits dielectric properties.

NOTE – The dielectric material defined herein is intended to be used for resonator applications at high frequency, i.e. UHF or SHF range. Therefore, the dielectric material is required to have a high dielectric constant, a low loss factor and a low temperature coefficient of permittivity.

**3.1.2 permittivité absolue ( $\epsilon$ ):** Coefficient qui lorsqu'il est multiplié par la force du champ électrique  $E$  est égal à la densité du flux électrique  $D$ .

$$D = \epsilon E, \quad \epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

**3.1.3 constante électrique ( $\epsilon_0$ ):** Constante égale à  $8,8542 \times 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$ , correspondant à la permittivité du vide.

**3.1.4 permittivité relative ( $\epsilon_r$ ):** Permittivité absolue du matériau ou du milieu, divisée par la constante électrique  $\epsilon_0$ .

NOTE - La permittivité relative complexe  $\epsilon_r$ , est définie par:

$$\epsilon_r = \epsilon' - j\epsilon'', \quad \epsilon' = \text{Re}(\epsilon_r), \quad \epsilon'' = -\text{Im}(\epsilon_r)$$

où

$\epsilon'$  est habituellement appelée la constante diélectrique;

$\epsilon''$  correspond à la perte diélectrique du matériau.

**3.1.5 angle de perte ( $\delta$ ):** Angle de phase entre la composante de densité de flux électrique et la force du champ électrique.

**3.1.6 facteur de perte:** Tangente de l'angle de perte  $\delta$ .

$$\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$$

NOTE - Le facteur de perte peut être défini comme le rapport de la partie imaginaire sur la partie réelle, de la permittivité relative complexe.

**3.1.7 facteur de qualité du matériau ( $Q_0$ ):** Inverse de la tangente de l'angle de perte,

$$Q_0 = \epsilon'/\epsilon'' = 1/\tan \delta$$

NOTE - Le facteur de qualité du matériau est aussi défini comme  $2\pi$  fois le rapport de l'énergie électromagnétique stockée sur l'énergie dissipée par le matériau par cycle. Il dépend de la fréquence.

**3.1.8 coefficient de température de la permittivité ( $TC\epsilon$ ):** Rapport de la variation de permittivité due à une variation de température, sur la variation de température.

$$TC\epsilon = \frac{\epsilon_T - \epsilon_{ref}}{\epsilon_{ref} (T - T_{ref})} \times 10^6 \quad [1 \times 10^{-6}/K]$$

où

$\epsilon_T$  est la permittivité à la température  $T$ ;

$\epsilon_{ref}$  est la permittivité à la température de référence  $T_{ref}$ .

**3.1.9 coefficient de dilatation linéaire ( $\alpha$ ):** Rapport de la variation de dimension due à une variation de température, sur la variation de température.

$$\alpha = \frac{l_T - l_{ref}}{l_{ref} (T - T_{ref})} \times 10^6 \quad [1 \times 10^{-6}/K]$$

où

$l_T$  est la dimension à la température  $T$ ;

$l_{ref}$  est la dimension à la température de référence  $T_{ref}$ .

3.1.2 **absolute permittivity** ( $\epsilon$ ): Quantity which when multiplied by the electric field strength  $E$  is equal to the electric flux density  $D$ .

$$D = \epsilon E, \quad \epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

3.1.3 **electric constant** ( $\epsilon_0$ ): Constant equal to  $8,8542 \times 10^{-12} \text{ AsV}^{-1}\text{m}^{-1}$ , defined by the permittivity of vacuum.

3.1.4 **relative permittivity** ( $\epsilon_r$ ): Absolute permittivity of a material or medium divided by the electric constant  $\epsilon_0$ .

NOTE - The complex relative permittivity  $\epsilon_r$  is defined as:

$$\epsilon_r = \epsilon' - j\epsilon'', \quad \epsilon' = \text{Re}(\epsilon_r), \quad \epsilon'' = -\text{Im}(\epsilon_r)$$

where

$\epsilon'$  is usually called dielectric constant;

$\epsilon''$  corresponds to the dielectric loss of the material.

3.1.5 **loss angle** ( $\delta$ ): Phase displacement between the component of the electric flux density and the electric field strength.

3.1.6 **loss factor**: Tangent of the loss angle  $\delta$ .

$$\tan\delta = \epsilon''/\epsilon'$$

NOTE - The loss factor can be determined by the ratio of the magnitude of the negative part to the real part of the complex relative permittivity.

3.1.7 **quality factor of a material** ( $Q_0$ ): Reciprocal of the tangent of the loss angle,

$$Q_0 = \epsilon'/\epsilon'' = 1/\tan\delta$$

NOTE - The quality factor of a material is also defined as  $2\pi$  times the ratio of the stored electromagnetic energy to the energy dissipated in the material per cycle. It is frequency dependent.

3.1.8 **temperature coefficient of permittivity** ( $\text{TC}\epsilon$ ): Fractional change of permittivity due to a change in temperature divided by the change in temperature.

$$\text{TC}\epsilon = \frac{\epsilon_T - \epsilon_{\text{ref}}}{\epsilon_{\text{ref}} (T - T_{\text{ref}})} \times 10^6 \quad [1 \times 10^{-6}/\text{K}]$$

where

$\epsilon_T$  is the permittivity at temperature  $T$ ;

$\epsilon_{\text{ref}}$  is the permittivity at reference temperature  $T_{\text{ref}}$ .

3.1.9 **coefficient of linear thermal expansion** ( $\alpha$ ): Fractional change of dimension due to a change in temperature divided by the change in temperature.

$$\alpha = \frac{l_T - l_{\text{ref}}}{l_{\text{ref}} (T - T_{\text{ref}})} \times 10^6 \quad [1 \times 10^{-6}/\text{K}]$$

where

$l_T$  is the dimension at temperature  $T$ ;

$l_{\text{ref}}$  is the dimension at reference temperature  $T_{\text{ref}}$ .

## 3.2 Types de résonateurs diélectriques

**3.2.1 résonateur diélectrique:** Résonateur utilisant des diélectriques à forte constante diélectrique et dont la structure est constituée d'un diélectrique de longueur finie.

NOTE – Les résonateurs diélectriques utilisés sont toujours blindés par des conducteurs.

**3.2.2 support diélectrique:** Élément qui supporte le résonateur diélectrique. Il est généralement employé avec les résonateurs en mode  $TE_{01\delta}$  et possède une faible constante diélectrique (voir figure 1).

**3.2.3 résonateur diélectrique en mode TE:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution de champ en mode électrique transverse (mode TE) et possédant habituellement un facteur de qualité à vide élevé:  $Q_u$ .

**3.2.4 résonateur diélectrique en mode  $TE_{01\delta}$ :** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ principalement de mode TE, dont le champ fuit dans la même direction que la propagation de l'onde (voir figure 1).

**3.2.5 résonateur diélectrique en mode TM:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution de champ en mode magnétique transverse (mode TM) (voir figure 2).

**3.2.6 résonateur diélectrique en mode  $TM_{01\delta}$ :** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ principalement de mode TM, dont le champ fuit dans la même direction de la propagation de l'onde (voir figure 3).

**3.2.7 résonateur diélectrique en mode hybride:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ en mode hybride. Le mode hybride est le mode qui possède des composantes axiales des deux champs électrique et magnétique (voir figure 4).

**3.2.8 résonateur diélectrique multimodes:** Résonateur diélectrique caractérisé par l'existence de plusieurs modes de résonance orthogonaux, dont les fréquences de résonance coïncident, tels qu'aucun d'entre eux n'étant obtenu par la superposition des autres (voir figure 5). Toute perturbation des champs électromagnétiques détruit l'indépendance de certains de ces modes et entraîne le couplage d'énergie entre eux. Ceci permet la réalisation de filtres à volume réduit (plus faible).

**3.2.9 résonateur diélectrique en mode TEM:** Résonateur diélectrique caractérisé par un mode électromagnétique transverse (TEM) dont la distribution du champ provoque un effet significatif de réduction de dimensions (voir figure 6).

**3.2.10 résonateur diélectrique coaxial:** Résonateur diélectrique caractérisé par un mode TEM, dont la distribution du champ est établie selon un guide coaxial à structure de longueur finie (voir figure 6).

**3.2.11 résonateur quart d'onde:** Résonateur caractérisé par tout mode guidé dont la distribution du champ va selon une onde stationnaire du quart de la longueur d'onde (voir figure 6a dans le cas du mode TEM).

### 3.2 Dielectric resonator types

**3.2.1 dielectric resonator:** Resonator using dielectrics with a high dielectric constant and the structure of which is a dielectric waveguide of finite length.

NOTE – The dielectric resonators in use are always shielded with conductors.

**3.2.2 dielectric support:** Element supporting a dielectric resonator. The support is generally used for  $TE_{01\delta}$  mode resonators and has a low dielectric constant (see figure 1).

**3.2.3 TE mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a transverse electric mode (TE mode) field distribution and usually having a high unloaded quality factor:  $Q_u$ .

**3.2.4  $TE_{01\delta}$  mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a dominant TE mode field distribution, whose field leaks in the direction of wave propagation (see figure 1).

**3.2.5 TM mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a transverse magnetic mode (TM mode) field distribution (see figure 2).

**3.2.6  $TM_{01\delta}$  mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a dominant TM mode field distribution, whose field leaks in the direction of wave propagation (see figure 3).

**3.2.7 hybrid mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a hybrid mode field distribution. Hybrid mode is the mode which has axial components both of the electric and magnetic fields (see figure 4).

**3.2.8 multimode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by the existence of several orthogonal resonance modes, the resonance frequencies of which coincide in such a way that any of which cannot be obtained by the superposition of others (see figure 5). Any electromagnetic field perturbation destroys independence of certain of these modes and causes energy coupling between them. This allows realization of reduced volume filters.

**3.2.9 TEM mode dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a transverse electromagnetic mode (TEM mode) field distribution causing significant size-reduction effect (see figure 6).

**3.2.10 coaxial dielectric resonator:** Dielectric resonator characterized by a TEM mode field distribution with a coaxial waveguide structure of finite length (see figure 6).

**3.2.11 quarter wavelength resonator:** Resonator characterized by any guided mode field distribution with standing wave of a quarter wavelength (see figure 6a in the case of TEM mode).

**3.2.12 résonateur demi-onde:** Résonateur caractérisé par tout mode guidé dont la distribution du champ va selon une onde stationnaire de la moitié de la longueur d'onde (voir figure 6b dans le cas du mode TEM).

**3.2.13 résonateur à ligne tri-plaque:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ en mode TEM. Sa structure est un guide de ligne tri-plaque de longueur finie (voir figure 7).

**3.2.14 résonateur en ligne à microruban:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ en mode TEM. Sa structure est un guide de ligne à microruban de longueur finie (voir figure 8).

**3.2.15 résonateur coplanaire:** Résonateur diélectrique caractérisé par une distribution du champ en mode TEM. Sa structure est un guide de ligne coplanaire de longueur finie (voir figure 9).

**3.3 Propriétés opérationnelles**

**3.3.1 facteur de qualité (Q):** Facteur défini par  $2\pi$  fois le rapport de l'énergie électromagnétique stockée, à l'énergie dissipée par cycle.

$$Q = 2\pi \times \frac{\text{énergie électromagnétique stockée dans le résonateur}}{\text{énergie dissipée par cycle}}$$

**3.3.2 facteur de qualité à vide ( $Q_u$ ):** facteur de qualité du résonateur diélectrique y compris le support et les conducteurs de blindage, en excluant l'énergie dissipée par les circuits externes.

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_d} + \frac{1}{Q_s} + \frac{1}{Q_c} + \frac{1}{Q_r}$$

où

$Q_d$  est le facteur de qualité dû à la perte diélectrique du matériau diélectrique;

$Q_s$  est le facteur de qualité dû à la perte diélectrique du support;

$Q_c$  est le facteur de qualité dû à la perte par conduction des conducteurs de blindage;

$Q_r$  est le facteur de qualité dû à la perte par rayonnement.

**3.3.3 facteur de qualité externe ( $Q_e$ ):** Facteur de qualité dû à la perte d'énergie dans le circuit externe, en excluant l'énergie dissipée par le résonateur.

**3.3.4 facteur de qualité en charge ( $Q_L$ ):** Facteur de qualité réel pour le circuit entier, en incluant toutes les pertes d'énergie du résonateur et du circuit externe.

$$\frac{1}{Q_L} = \frac{1}{Q_u} + \frac{1}{Q_e}$$

**3.3.5 fréquence de résonance:** fréquence pour laquelle l'énergie électrique moyenne stockée dans le résonateur est égale à l'énergie magnétique stockée dans le résonateur.

**3.2.12 half wavelength resonator:** Resonator characterized by any guided mode field distribution with standing wave of a half wavelength (see figure 6b in the case of TEM mode).

**3.2.13 stripline resonator:** Dielectric resonator characterized by a TEM mode field distribution. The structure is a stripline waveguide of finite length (see figure 7).

**3.2.14 microstripline resonator:** Dielectric resonator characterized by a TEM mode field distribution. The structure is a microstripline waveguide of finite length (see figure 8).

**3.2.15 coplanar resonator:** Dielectric resonator characterized by a TEM mode field distribution. The structure is a coplanar-line waveguide of finite length (see figure 9).

### 3.3 Operational properties

**3.3.1 quality factor ( $Q$ ):** The value defined as  $2\pi$  times the ratio of the stored electromagnetic energy to the energy dissipated per cycle.

$$Q = 2\pi \times \frac{\text{electromagnetic energy stored in the resonator}}{\text{energy dissipated per cycle}}$$

**3.3.2 unloaded quality factor ( $Q_u$ ):** Quality factor for the dielectric resonator with support and shielding conductors, excluding the energy dissipated in the external circuits.

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_d} + \frac{1}{Q_s} + \frac{1}{Q_c} + \frac{1}{Q_r}$$

where

$Q_d$  is the quality factor due to the dielectric loss of the dielectric material;

$Q_s$  is the quality factor due to the dielectric loss of the support;

$Q_c$  is the quality factor due to the dielectric loss of the shielding conductors;

$Q_r$  is the quality factor due to the radiation loss.

**3.3.3 external quality factor ( $Q_e$ ):** Quality factor due to the energy loss in the external circuit, excluding the energy dissipated in the resonator.

**3.3.4 loaded quality factor ( $Q_L$ ):** Actual quality factor for the entire circuit, including all energy losses both in the resonator and in the external circuit.

$$\frac{1}{Q_L} = \frac{1}{Q_u} + \frac{1}{Q_e}$$

**3.3.5 resonance frequency:** Frequency at which the average electric energy stored in the resonator is equal to the average magnetic energy stored in the resonator.

**3.3.6 coefficient de température de la fréquence de résonance (TCF):** Défini par le rapport de la variation de fréquence et de la variation de température.

$$\text{TCF} = \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{f_{\text{ref}} (T - T_{\text{ref}})}$$

où

$f_T$  est la fréquence de résonance à la température  $T$ ;

$f_{\text{ref}}$  est la fréquence de résonance à la température de référence  $T_{\text{ref}}$ .

#### 4 Marquage

Chaque résonateur doit comporter le marquage lisible et indélébile comprenant les indications suivantes:

- a) fréquence nominale (qui peut être exprimée sous forme codée);
- b) marque d'origine (nom du fabricant qui peut être exprimé sous forme codée ou référence commerciale);
- c) date codée;
- d) toute autre information nécessaire pour fournir une définition complète du résonateur.

NOTE – Pour des boîtiers microminiaturés, le marquage peut être remplacé par un autre système de marquage. Il convient d'effectuer le marquage sur l'emballage de transport afin d'éviter la détérioration des performances électriques.

**3.3.6 temperature coefficient of resonance frequency (TCF):** The fractional change in temperature divided by the change in temperature.

$$\text{TCF} = \frac{f_T - f_{\text{ref}}}{f_{\text{ref}} (T - T_{\text{ref}})}$$

where

$f_T$  is the resonance frequency at temperature  $T$ ;

$f_{\text{ref}}$  is the frequency at reference temperature  $T_{\text{ref}}$ .

#### 4 Marking

Each resonator shall have the following information indelibly and legibly marked upon it:

- a) nominal frequency (which may be in code form);
- b) mark of origin (manufacturer's name, which may be in code form, or trade mark);
- c) date code;
- d) any other information necessary to provide a complete definition of the resonator.

NOTE – For microminiature enclosures, the marking may be replaced by an alternative marking system. The marking should be made on the transport package to avoid the deterioration of electrical performance.

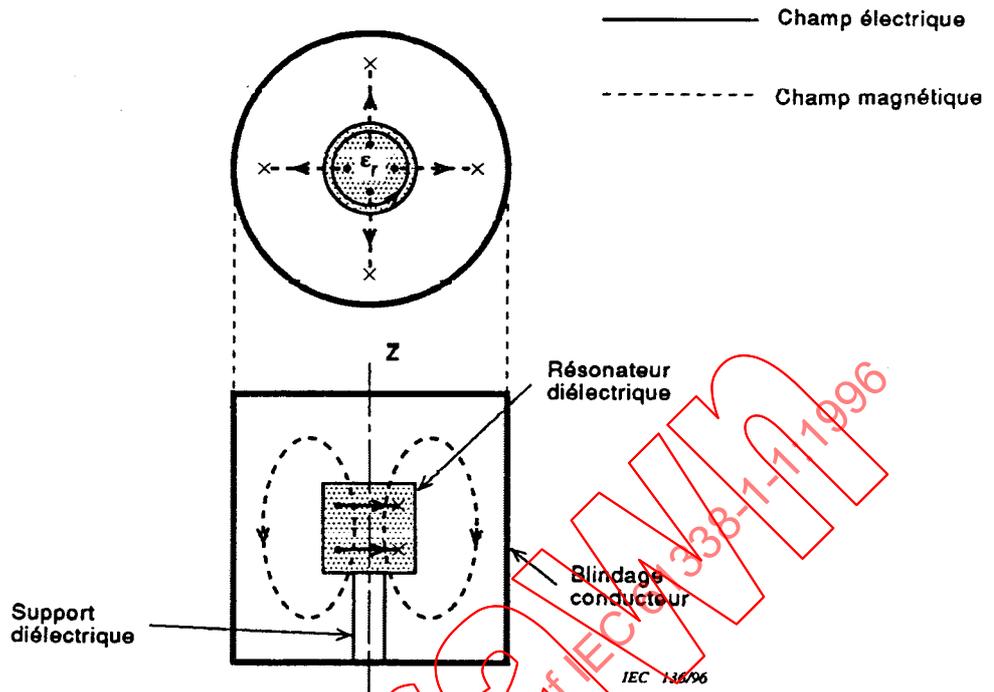


Figure 1 - Résonateur diélectrique en mode TE<sub>01δ</sub>

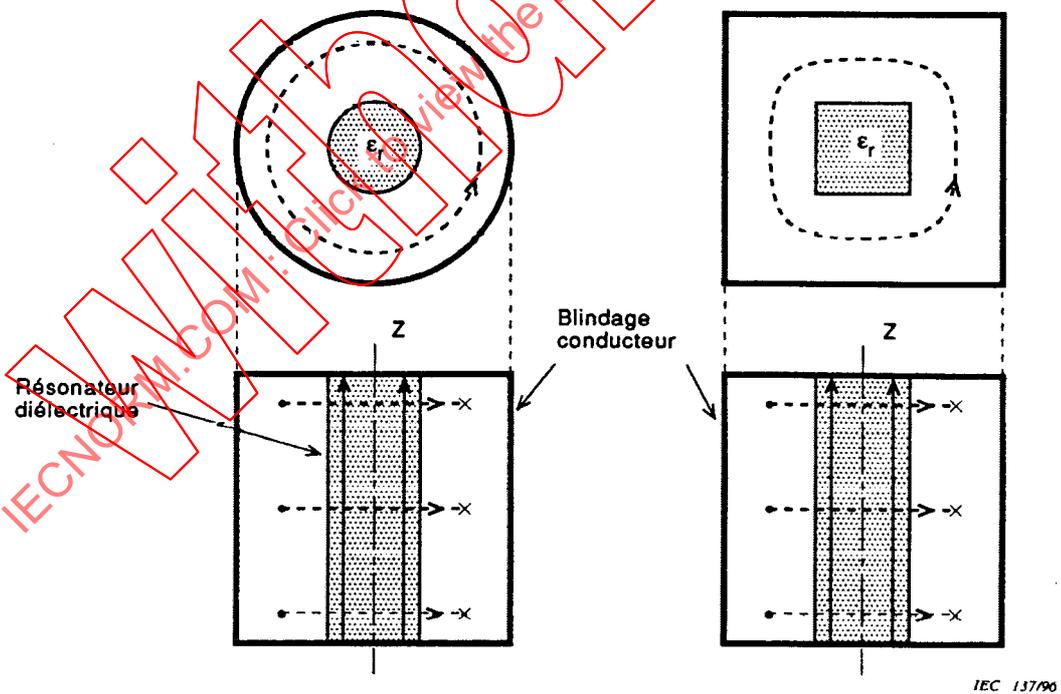


Figure 2a - Mode TM<sub>010</sub>

Figure 2b - Mode TM<sub>110</sub>

Figure 2 - Résonateur diélectrique en mode TM

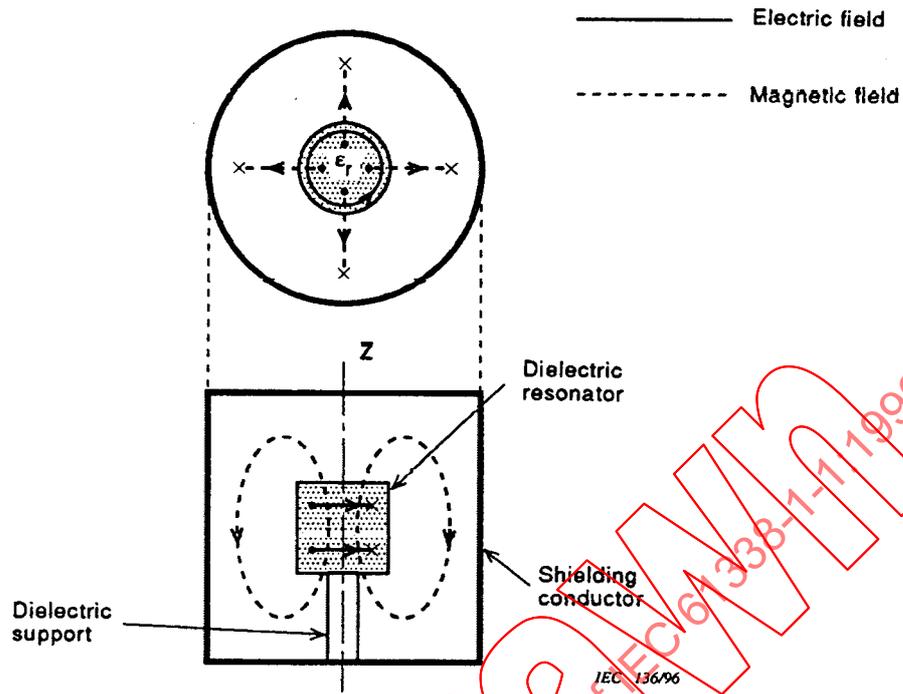


Figure 1 - TE<sub>016</sub> mode dielectric resonator

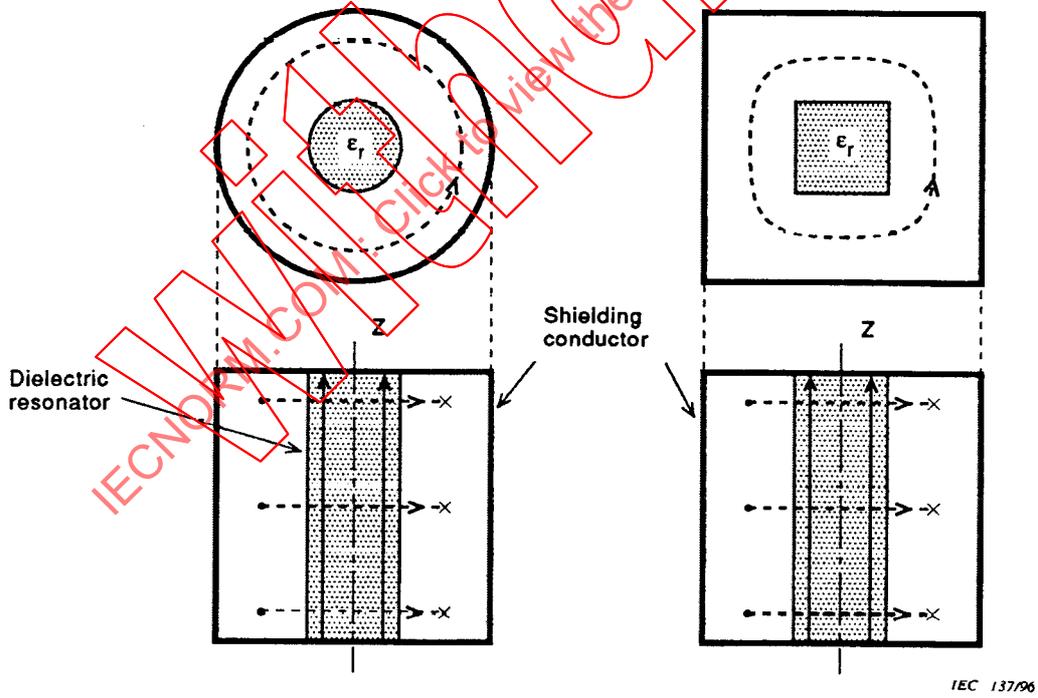


Figure 2a - TM<sub>010</sub> mode

Figure 2b - TM<sub>110</sub> mode

Figure 2 - TM mode dielectric resonator

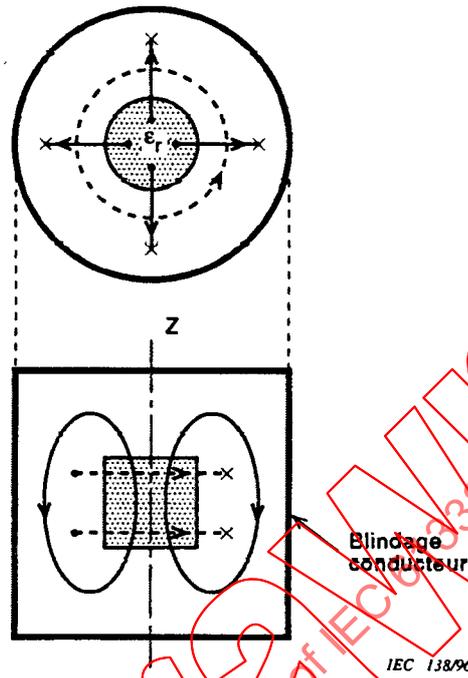


Figure 3 - Résonateur diélectrique en mode  $TM_{01\delta}$

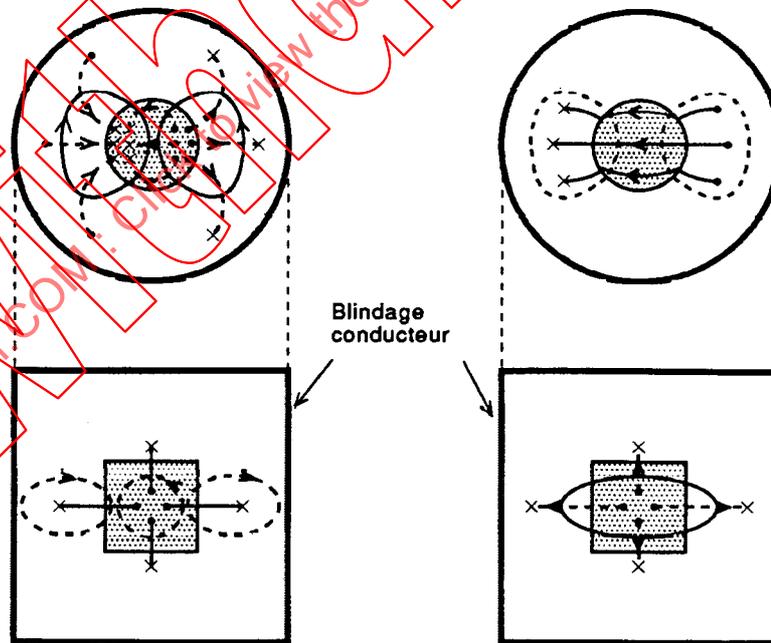


Figure 4a - Mode  $EH_{11\delta}$

Figure 4b - Mode  $HE_{11\delta}$

Figure 4 - Résonateur diélectrique en mode hybride

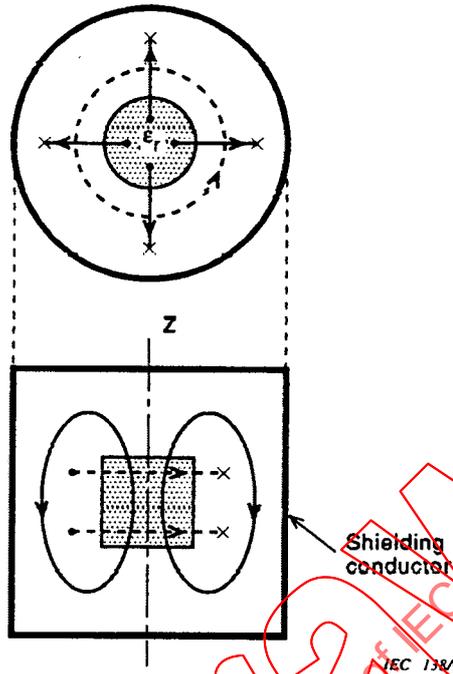


Figure 3 -  $TM_{01\delta}$  mode dielectric resonator

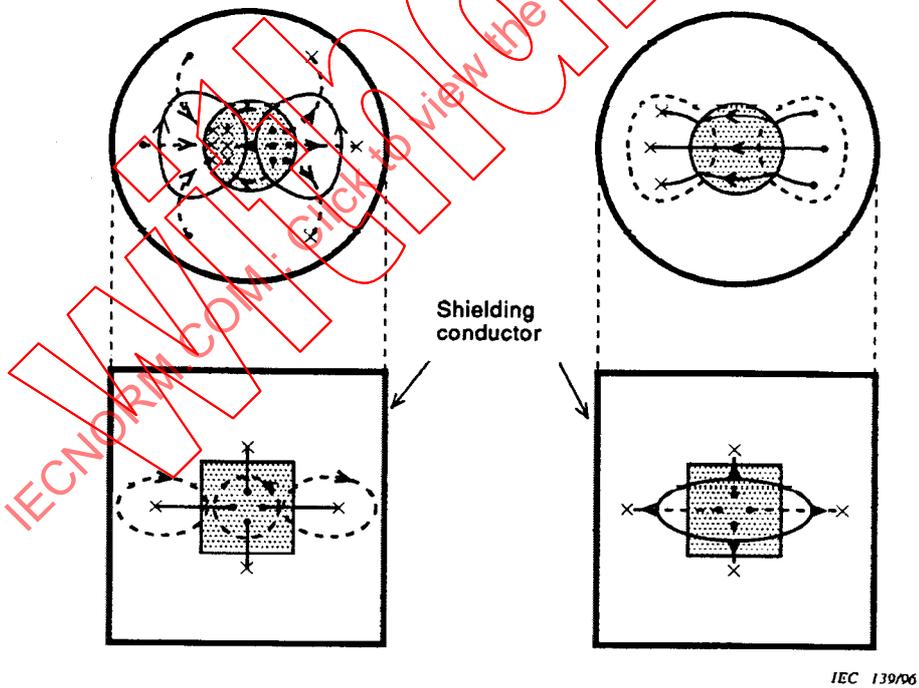


Figure 4a -  $EH_{11\delta}$  mode

Figure 4b -  $HE_{11\delta}$  mode

Figure 4 - Hybrid mode dielectric resonator

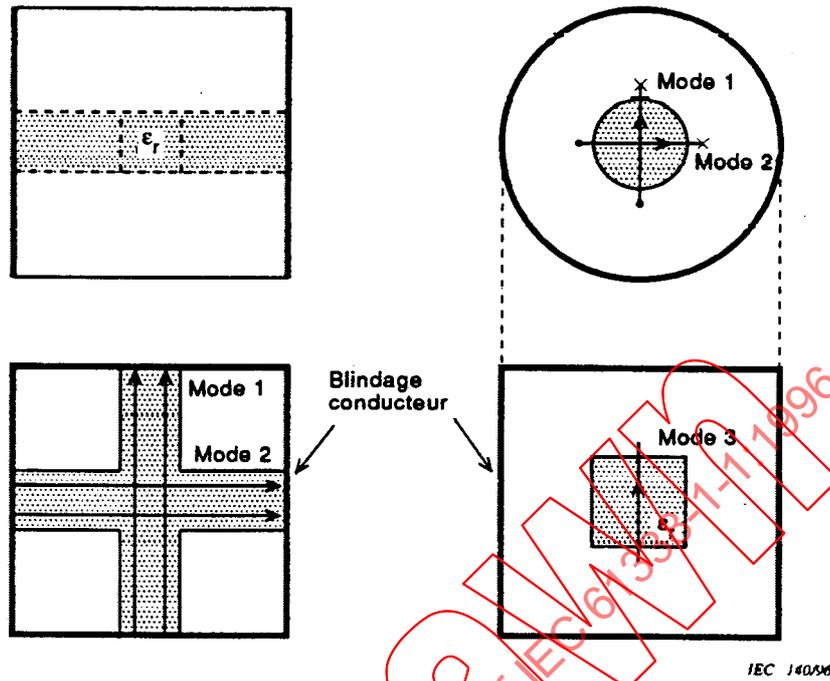


Figure 5a - Résonateur bi-mode  $TM_{110}$

Figure 5b - Résonateur tri-modes comportant un mode double  $EH_{118}$  et un mode  $TM_{016}$

Figure 5 - Résonateurs diélectriques multimode

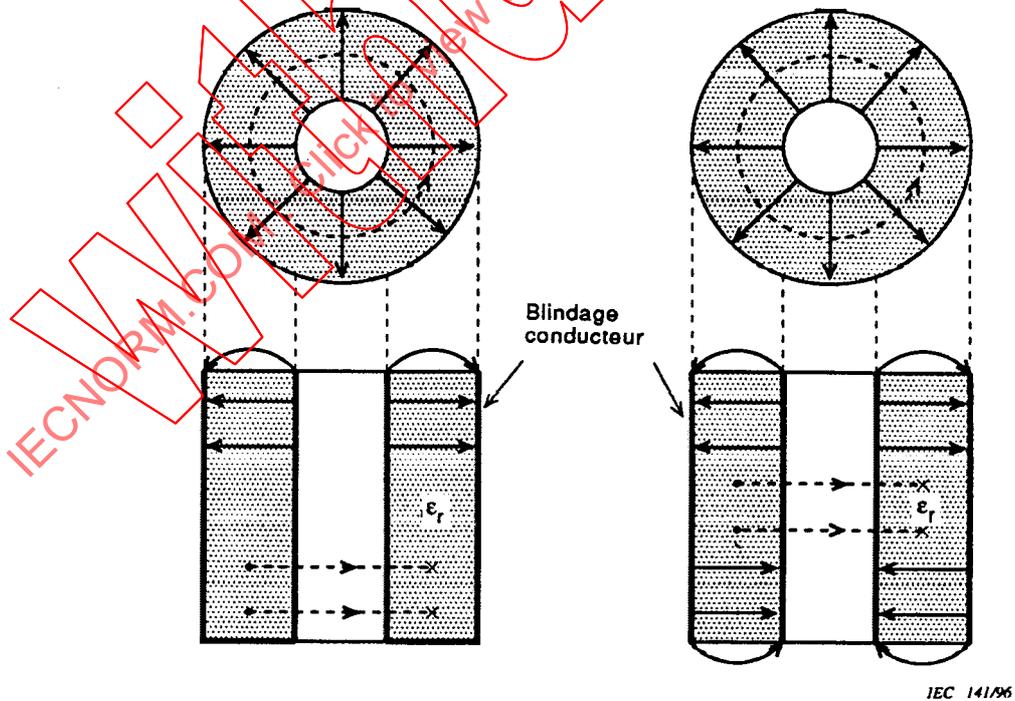


Figure 6a - Mode TEM quart d'onde

Figure 6b - Mode TEM demi-onde

Figure 6 - Résonateur diélectrique coaxial en mode TEM

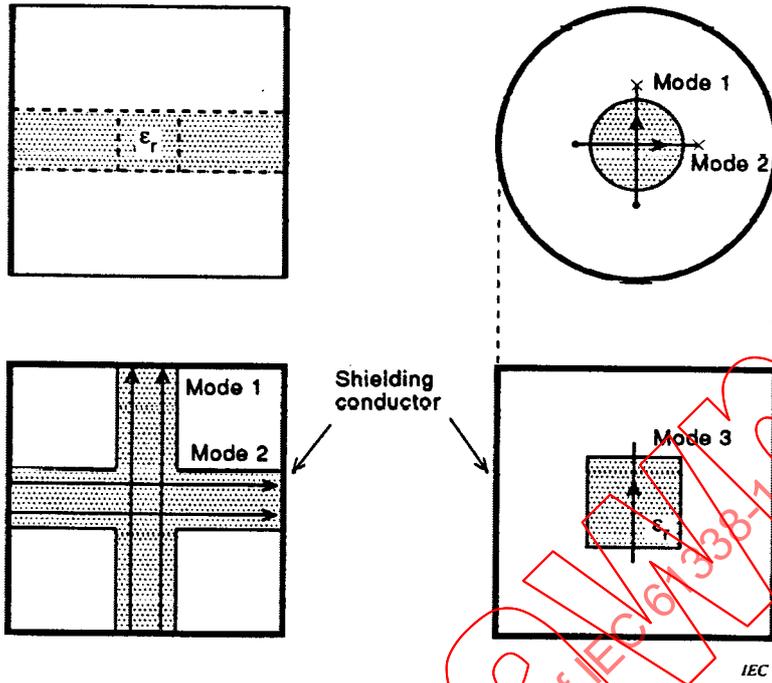


Figure 5a -  $TM_{110}$  dual mode

Figure 5b - Triple mode of  $EH_{118}$  dual mode and  $TM_{015}$  mode

Figure 5 - Multimode dielectric resonators

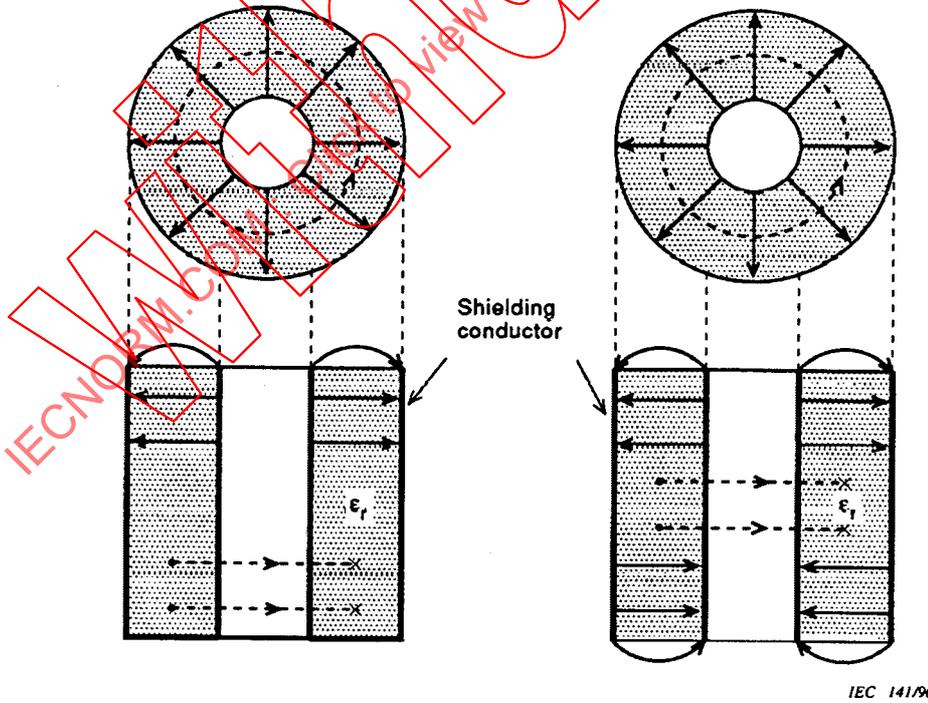


Figure 6a - Quarter wavelength TEM mode

Figure 6b - Half wavelength TEM mode

Figure 6 - TEM mode coaxial dielectric resonator

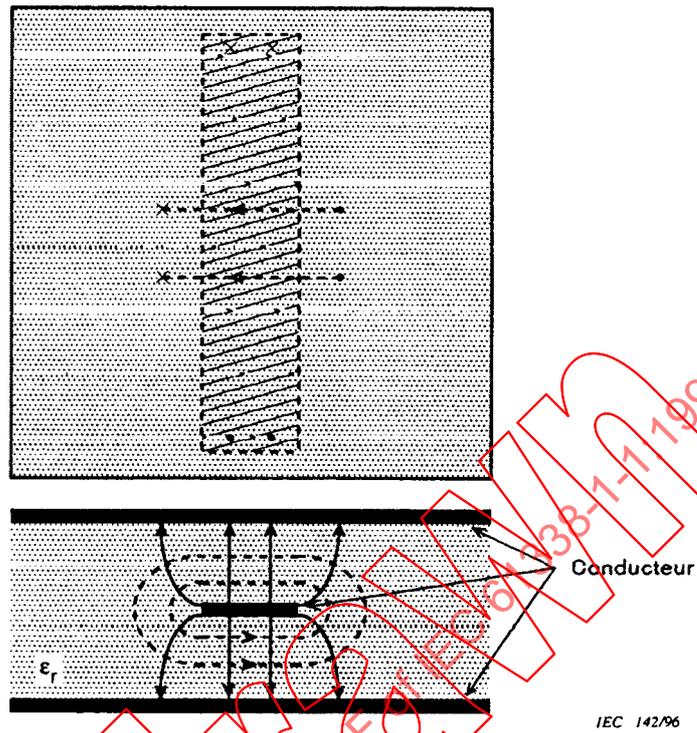


Figure 7 - Résonateur à ligne tri-plaques demi-onde

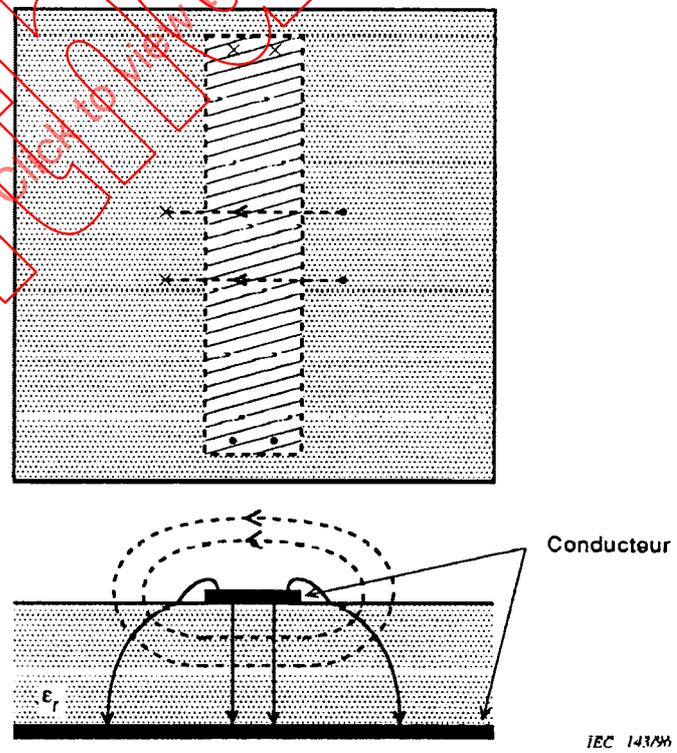


Figure 8 - Résonateur en ligne à microruban demi-onde