

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Filters using waveguide type dielectric resonators –
Part 2: Guidance for use**

**Filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés –
Partie 2: Lignes directrices d'utilisation**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2004 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Filters using waveguide type dielectric resonators –
Part 2: Guidance for use**

**Filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés –
Partie 2: Lignes directrices d'utilisation**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-1337-7

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Application guide for filters using waveguide type dielectric resonators	8
3.1 Classification of filters using waveguide type dielectric resonators	8
3.2 Practical remarks for filters using waveguide type dielectric filters.....	9
3.2.1 TE _{01δ} mode dielectric filter.....	9
3.2.2 TM mode dielectric filter	13
3.2.3 TEM mode coaxial dielectric filter	15
3.2.4 Chip-type multilayered dielectric filter	17
3.2.5 Stripline and microstripline dielectric filters	20
4 Checklist of dielectric resonator specification	24
4.1 Checklist	24
Bibliography.....	26
Figure 1 – Typical unloaded Q and maximum operating power of dielectric filters	9
Figure 2 – Example of practically equivalent unloaded Q of a TE _{01δ} mode dielectric filter compared with a TE ₁₀₁ mode metal cavity filter	10
Figure 3 – Example of a TE _{01δ} mode dielectric band-pass filter	11
Figure 4 – Example of a TE _{01δ} mode dielectric band-stop filter	11
Figure 5 – Example of spurious responses for the TE _{01δ} mode dielectric band-pass filter.....	12
Figure 6 – Example of a TE _{01δ} mode dielectric band-pass filter with quarter wavelength coaxial resonators	12
Figure 7 – TM ₀₁₀ and TM ₁₁₀ mode dielectric resonators	13
Figure 8 – Example of the third-harmonic distortion level of dielectric resonator material at 800 MHz	14
Figure 9 – Example of an antenna filter and an antenna duplexer for cellular base stations	14
Figure 10 – Practically obtained unloaded Q of quarter wavelength TEM mode dielectric resonators with an ϵ' of 20, 40 and 90 (outer diameter = 3 mm; inner diameter = 1 mm; practical conductivity of shielding conductor = $4,8 \times 10^7$ [S/m])	16
Figure 11 – Examples of antenna duplexers for portable phones using a TEM mode dielectric resonator	16
Figure 12 – Examples of the attenuation characteristics of a block-type duplexer for a wideband CDMA portable phone	17
Figure 13 – Example of a chip-type multilayered dielectric band-pass filter	18
Figure 14 – Example of the attenuation characteristics of a chip-type multilayered dielectric filter	19
Figure 15 – Schematic configurations of stripline and microstripline dielectric filter	20
Figure 16 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a parallel-coupled band-pass stripline filter	22

Figure 17 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of an interdigital band-pass stripline filter	22
Figure 18 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a comb-line band-pass stripline filter.....	23
Figure 19 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a band-stop stripline filter	23
Table 1 – References to relevant publications.....	24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FILTERS USING WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

Part 2: Guidance for use

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 61337-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

This bilingual version (2014-02) corresponds to the monolingual English version, published in 2004-07.

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

FDIS	Report on voting
49/665/FDIS	49/683/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.

IEC 61337 consists of the following parts under the general title *Filters using waveguide type dielectric resonators*:

- Part 1: Generic specification;¹
- Part 1-1: General information, standard values and test conditions – General information and standard values;²
- Part 1-2: General information, standard values and test conditions – Test conditions;²
- Part 2: Guidance for use;
- Part 3: Standard outlines³.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

¹ To be published.

² To be merged and replaced by IEC 61337-1 in the near future.

³ Under consideration.

INTRODUCTION

This part of IEC 61337 gives practical guidance on the use of filters using waveguide type dielectric resonators that are used in telecommunications and radar systems. Refer to IEC 61337-1-1 and IEC 61337-1-2 for general information, standard values and test conditions.

These dielectric filters have the features of small size, low loss, high reliability and high stability against temperature and ageing. Dielectric filters are suitable for applications such as mobile communication service, mobile satellite communication service, microwave terrestrial communication service, and fixed satellite communication service. In particular, they are now widely used for duplexers and filters of portable phones and cellular base stations.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004

FILTERS USING WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

Part 2: Guidance for use

1 Scope

The scope of this part of IEC 61337 is limited to filters using waveguide type dielectric resonators that are used for microwave applications such as portable phones, cellular base stations and radio links.

It is not the aim of this standard either to explain the 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 filters for a new application. Such a procedure will be the user's insurance against unsatisfactory performance.

Standard specifications, such as those given in IEC 61337, and national specifications or detail specifications issued by manufacturers, will define the available combinations of mid-band frequency, pass band, insertion attenuation, pass-band ripple, return attenuation, spurious response, operating power, and so on. These specifications are compiled to include a wide range of dielectric filters with standardized performances. It cannot be over-emphasized that the user should, wherever possible, select his dielectric filters from these specifications, when available, even if it involves making small modifications to his circuit to enable standard filters to be used.

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 60068-1:1988, *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 60068-2-6:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

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 60068-2-21:1999, *Environmental testing – Part 2-21: 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 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*

IEC 60068-2-58:1999, *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 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 61337-1-1, *Filters using waveguide type dielectric resonators – Part 1-1: General information, standard values and test conditions – General information and standard values*

IEC 61337-1-2, *Filters using waveguide type dielectric resonators – Part 1-2: General information, standard values and test conditions – Test conditions*

3 Application guide for filters using waveguide type dielectric resonators

3.1 Classification of filters using waveguide type dielectric resonators

Filters using waveguide type dielectric resonators are classified into six types: $TE_{01\delta}$ mode dielectric filter, TM mode dielectric filter, TEM mode coaxial dielectric filter, stripline and microstripline dielectric filter, and multilayered chip-type filter.

These dielectric filters are classified according to their operating power and the unloaded Q of their resonance mode. Figure 1 shows the relationship between the unloaded Q and the maximum power durability for these filters in practical applications.

High-power durability of up to 100 W is the advantage of dielectric filters. The maximum operating power, however, should be limited by the construction of filters and by the Q value of the dielectric resonator used for the filters, because higher operating power causes a temperature rise that results in inferior electric characteristics such as a shift of mid-band frequency and an increase in insertion attenuation.

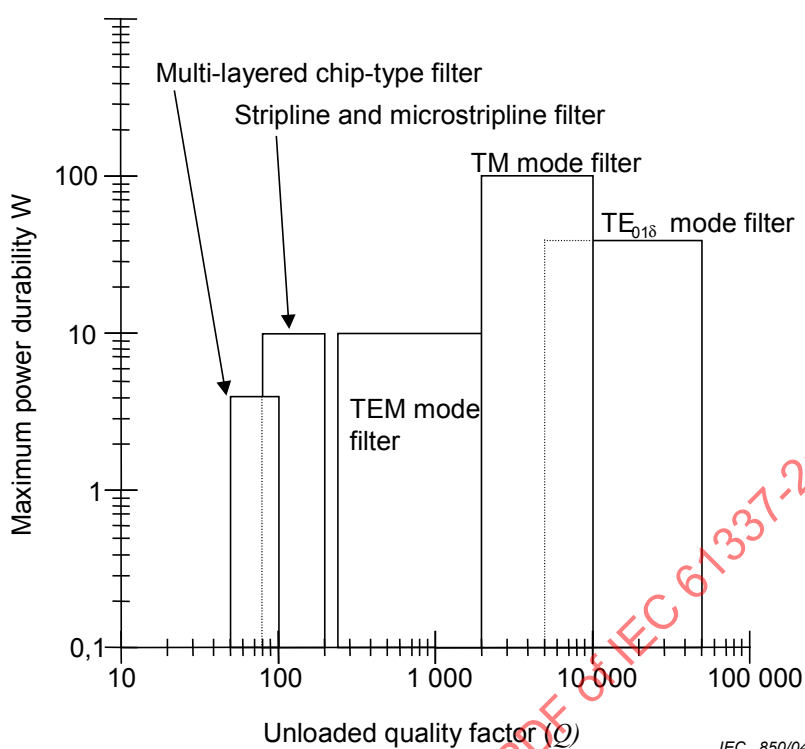


Figure 1 – Typical unloaded Q and maximum operating power of dielectric filters

3.2 Practical remarks for filters using waveguide type dielectric filters

3.2.1 TE_{01δ} mode dielectric filter

a) Features of the TE_{01δ} mode dielectric filter

The TE_{01δ} mode resonator obtains very high unloaded Q , as most of the resonance energy is stored in the dielectric element, and the copper loss due to the resistivity of the shielding conductor is minimized.

Figure 2 shows an example of the practically equivalent unloaded Q for the TE_{01δ} mode dielectric filter compared with the TE₁₀₁ mode metal cavity. High unloaded Q from 5 000 to 10 000 is obtained by using high Q dielectric resonator materials with characteristics such as an ϵ' of 30 and a $Q \times f$ value of 150 000 GHz, or an ϵ' of 25 and a $Q \times f$ value of 300 000 GHz.

Using these TE_{01δ} mode dielectric resonators, miniaturized dielectric filters with low insertion attenuation and high temperature stability are realized at the frequency range from 1 GHz to 20 GHz. The relative bandwidth of the TE_{01δ} mode dielectric band-pass filter is usually less than 1 % of the mid-band frequency.

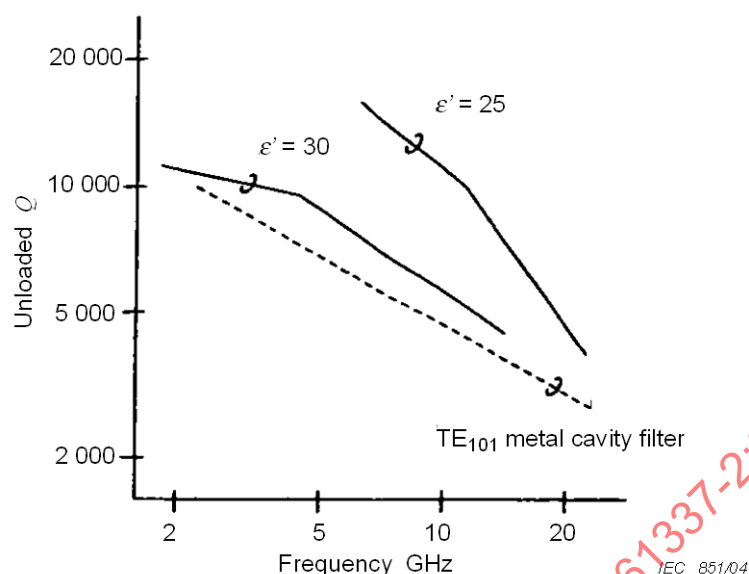


Figure 2 – Example of practically equivalent unloaded Q of a $TE_{01\delta}$ mode dielectric filter compared with a TE_{101} mode metal cavity filter

b) Construction of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric filter

Figure 3 shows an example of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-pass filter. Plural pieces of columnar or cylindrical dielectric resonators are fixed in a metal case.

The dimensions a and b of the filter are determined to constitute the cut-off waveguide of the dominant TE_{10} mode. The adjustment of the mid-band frequency by the trimming screw is less than 1 % of the mid-band frequency for the dielectric filter, while the adjustment of the mid-band frequency for the TE_{101} mode waveguide filter is 5 %.

Figure 4 shows an example of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-stop filter. The columnar or cylindrical dielectric resonators are coupled with the microstrip line. The resonators are fixed at the three-quarters wavelength interval along the microstrip line.

The high unloaded Q of the dielectric resonators realizes the narrow bandwidth and the low insertion loss in the neighbouring frequency of the rejection band of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-stop filter.

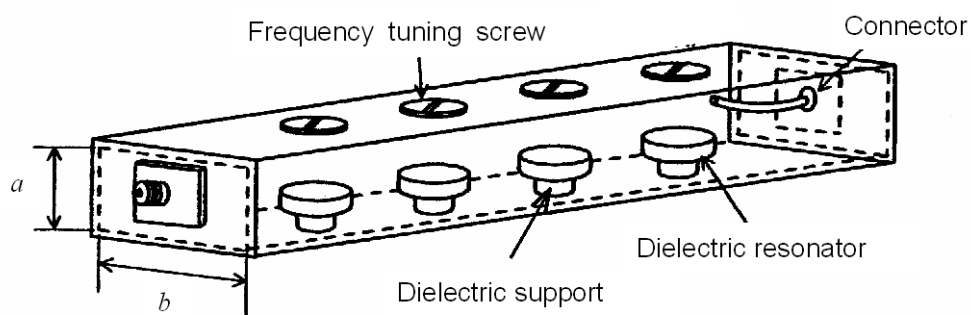


Figure 3 – Example of a $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-pass filter

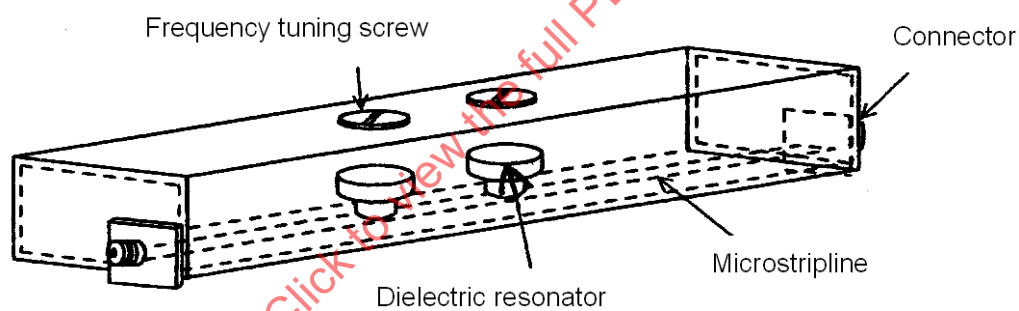


Figure 4 – Example of a $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-stop filter

c) Characteristics of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric filter

In the case of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric filter, deterioration of the attenuation characteristics are caused by the unnecessary spurious resonances that exist over 1,2 times the mid-band frequency.

Figure 5 shows an example of the spurious response of the $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-pass filter. This spurious response can be suppressed by using the quarter wavelength coaxial resonance elements for the first and last resonators of the filter. Figure 6 shows an example of the filter with the coaxial resonance elements.

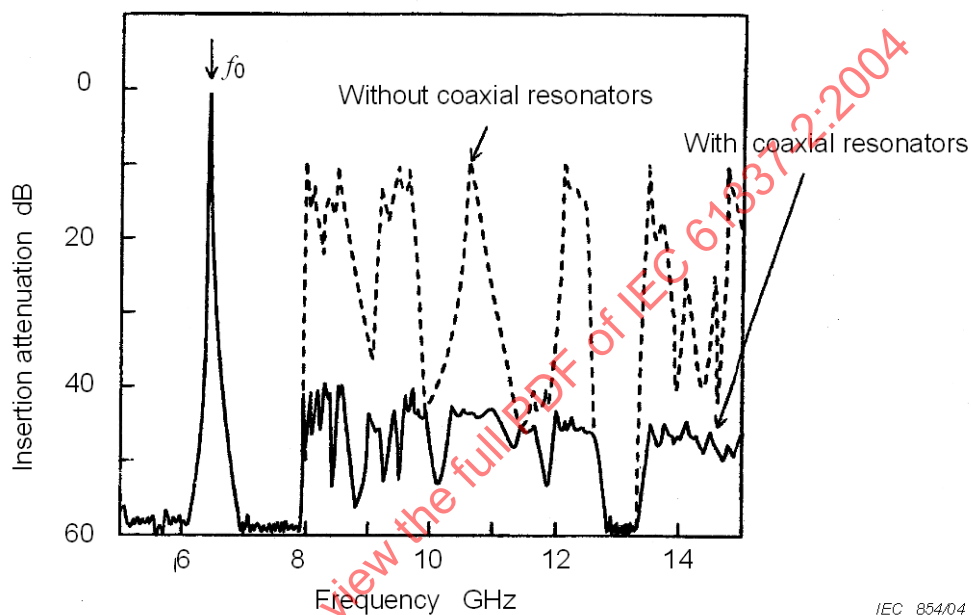


Figure 5 – Example of spurious responses for the $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-pass filter

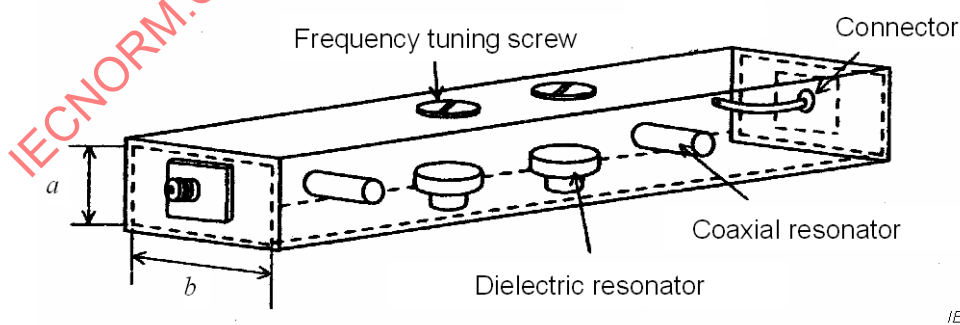


Figure 6 – Example of a $TE_{01\delta}$ mode dielectric band-pass filter with quarter wavelength coaxial resonators

3.2.2 TM mode dielectric filter

a) Features of the TM mode dielectric filter

Figure 7 shows the construction of the TM_{010} and the TM_{110} mode dielectric resonators. These resonators are often used for high-power applications such as filters for cellular base stations, due to the construction that aids in the release of heat.

As the electric field passes from the bottom to the top of the shielding conductor, undesirable frequency shift is caused if the air gap arises between the dielectric and the shielding conductor due to the difference of the thermal-expansion coefficients. To solve this problem, the practical TM mode resonator and the shielding cavity are made of a mono-block structure using the same dielectric material. The silver conductor is fired on the surface of this dielectric cavity. This mono-block structure realizes high temperature stability of the resonance frequency and high reliability for the release of heat.

The dielectric resonator materials used for the filters of cellular base stations must have low $\tan\delta$ to restrain the heat generation and low intermodulation distortion level to restrain the interference between plural signals.

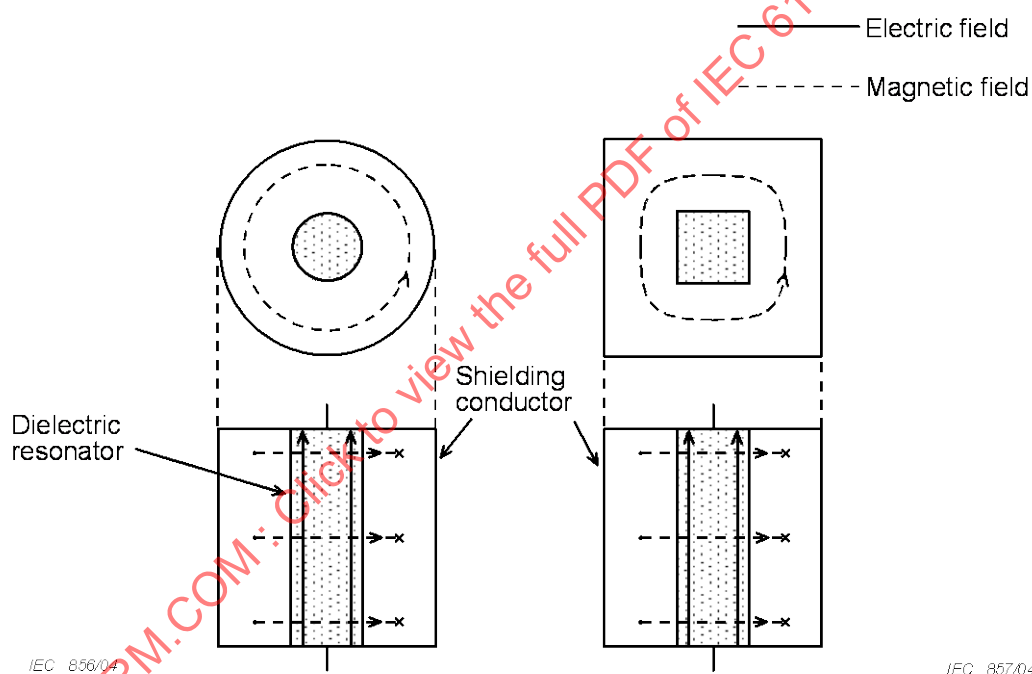


Figure 7a – TM_{010} mode

Figure 7b – TM_{110} mode

Figure 7 – TM_{010} and TM_{110} mode dielectric resonators

The materials with low $\tan\delta$ have a low third-harmonic distortion level. Figure 8 shows the third-harmonic distortion level at 800 MHz for three kinds of dielectric resonator materials. $(\text{Zr},\text{Sn})\text{TiO}_4$ material with an ϵ' of 38 and a $Q \times f$ value of 50 000 has the low distortion level of -150 dBc at a field intensity of 50 V/mm, which can be used for filters of cellular base stations.

b) Construction of the TM mode dielectric filter

Figure 9 shows examples of an antenna filter and an antenna duplexer for cellular base stations. The antenna filter is made of six TM_{110} mode dielectric resonators.

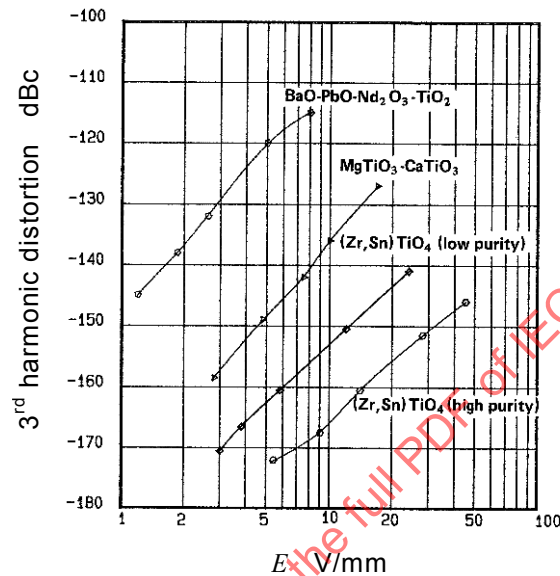


Figure 8 – Example of the third-harmonic distortion level of dielectric resonator material at 800 MHz

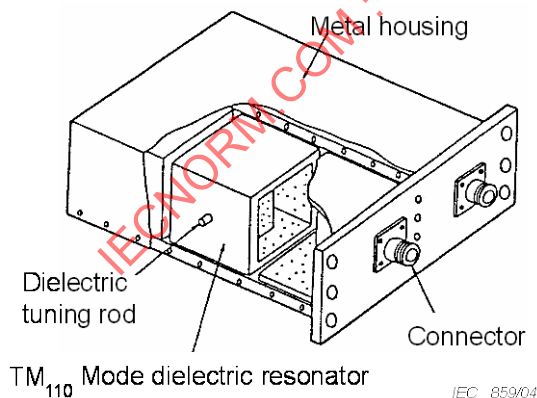


Figure 9a – Antenna filter

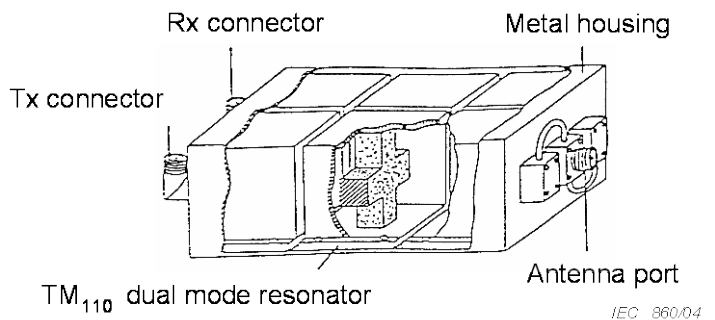


Figure 9b – Antenna duplexer

Figure 9 – Example of an antenna filter and an antenna duplexer for cellular base stations

The antenna duplexer is composed of six sections Tx filter and Rx filter, each of which is made of three TM₁₁₀ dual-mode dielectric resonators.

One TM₁₁₀ dual-mode resonator works as two TM₁₁₀ single-mode resonators. The volume of this duplexer is one-half of the duplexer using the TM₁₁₀ single-mode resonators.

c) Characteristics of the TM mode dielectric filter

The characteristics of the duplexer shown in Figure 9b are 900 MHz of the mid-band frequency, 100 W of the maximum applied power, and –160 dBc of the third intermodulation distortion level under the two-tone applied powers, each of which is 30 W. Its dimension is 87 mm × 54 mm × 13 mm.

3.2.3 TEM mode coaxial dielectric filter

a) Features of the TEM mode dielectric filter

Miniaturized dielectric filters using the quarter wavelength TEM mode dielectric resonators are popularly used for the duplexer of portable phones. They are also used for wireless local area network systems. These filters have the advantages of low insertion attenuation, high attenuation characteristics, low frequency drift against temperature and high-power availability.

The unloaded Q (Q_u) of the quarter wavelength TEM mode resonator is given by the following equation:

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_C} \quad (1)$$

where

Q_0 is the quality factor due to the $\tan\delta$ of the material; and

Q_C is the quality factor due to the conduction loss of the shielding conductor.

$$Q_0 = 1/\tan\delta \quad (2)$$

$$Q_C = \sqrt{2\sigma\omega_0\mu_0} \cdot \frac{\ln(b/a)}{2/a + 2/b + (2/L)\ln(b/a)} \quad (3)$$

where

σ is the conductivity of the shielding conductor;

a is the outer diameter of the quarter wavelength TEM mode resonator;

b is the inner diameter of the quarter wavelength TEM mode resonator; and

L is the length of the quarter wavelength TEM mode resonator.

As the Q_0 of the quarter wavelength TEM mode resonator is much higher than the Q_C , its unloaded Q is almost determined by Q_C . The larger a , b and L give a higher Q_C and consequently a higher unloaded Q of this resonator. Figure 10 shows practically obtained unloaded Q as a function of frequency. The resonator with a lower ϵ' has a longer length at the same resonance frequency, which results in the higher unloaded Q .

b) Construction of the TEM mode dielectric filter

Figure 11 shows an example of two types of antenna duplexers for portable phones: the discrete-type duplexer and the block-type duplexer. These duplexers are surface-mounted on the circuit-board by the I/O terminals.

The discrete-type duplexer is made of plural TEM mode resonators, which are capacitively or inductively coupled to each other on a copper-plated resin board.

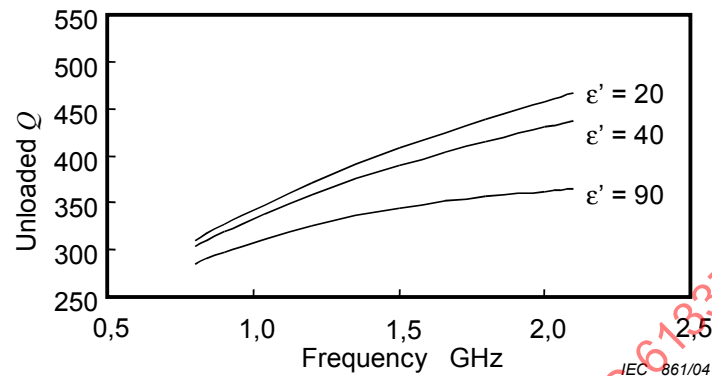


Figure 10 – Practically obtained unloaded Q of quarter wavelength TEM mode dielectric resonators with an ϵ' of 20, 40 and 90 (outer diameter = 3 mm; inner diameter = 1 mm; practical conductivity of shielding conductor = $4,8 \times 10^7$ [S/m])

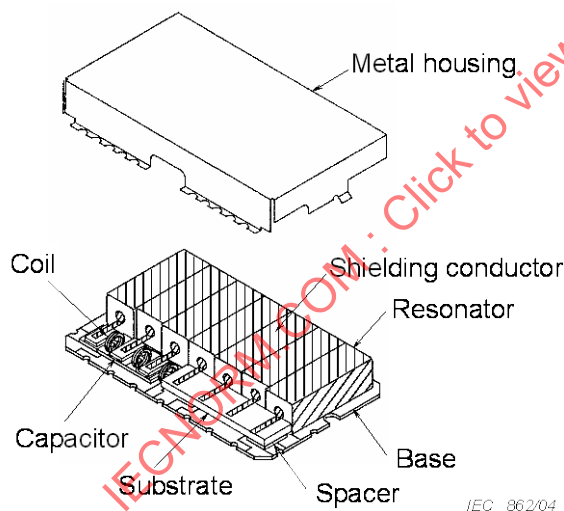


Figure 11a – Discrete-type duplexer

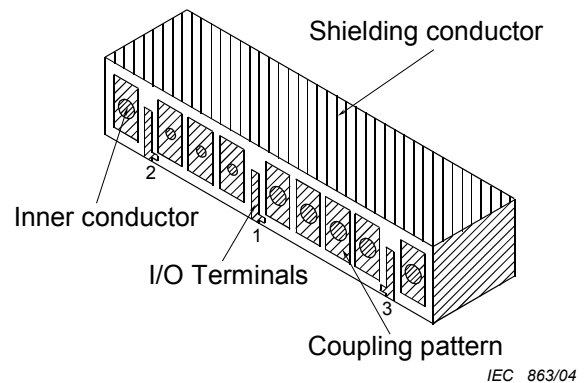


Figure 11b – Block-type duplexer

Figure 11 – Examples of antenna duplexers for portable phones using a TEM mode dielectric resonator

The block-type duplexer is made of a monolithic dielectric block with plural holes. The interior of the holes and the exterior of the block except the front end are metal-plated. At the front end, the resonators are capacitively coupled to each other through the patterns of electrodes.

The block-type duplexer has the advantage of lower height over the discrete-type duplexer, because metal housing is unnecessary for this duplexer.

c) Characteristics of the TEM mode dielectric filter

Figure 12 shows an example of the attenuation characteristics of a block-type duplexer of the wideband CDMA portable phone. Its insertion attenuations in the Tx and Rx pass-band width are 1,5 dB and 2,4 dB, respectively, in the temperature range from -35°C to 85°C . The maximum ripples are 1,0 dB in both of the Tx and Rx pass-bandwidths. The dimension of this duplexer is $12,6\text{ mm} \times 5,3\text{ mm} \times 1,9\text{ mm}$.

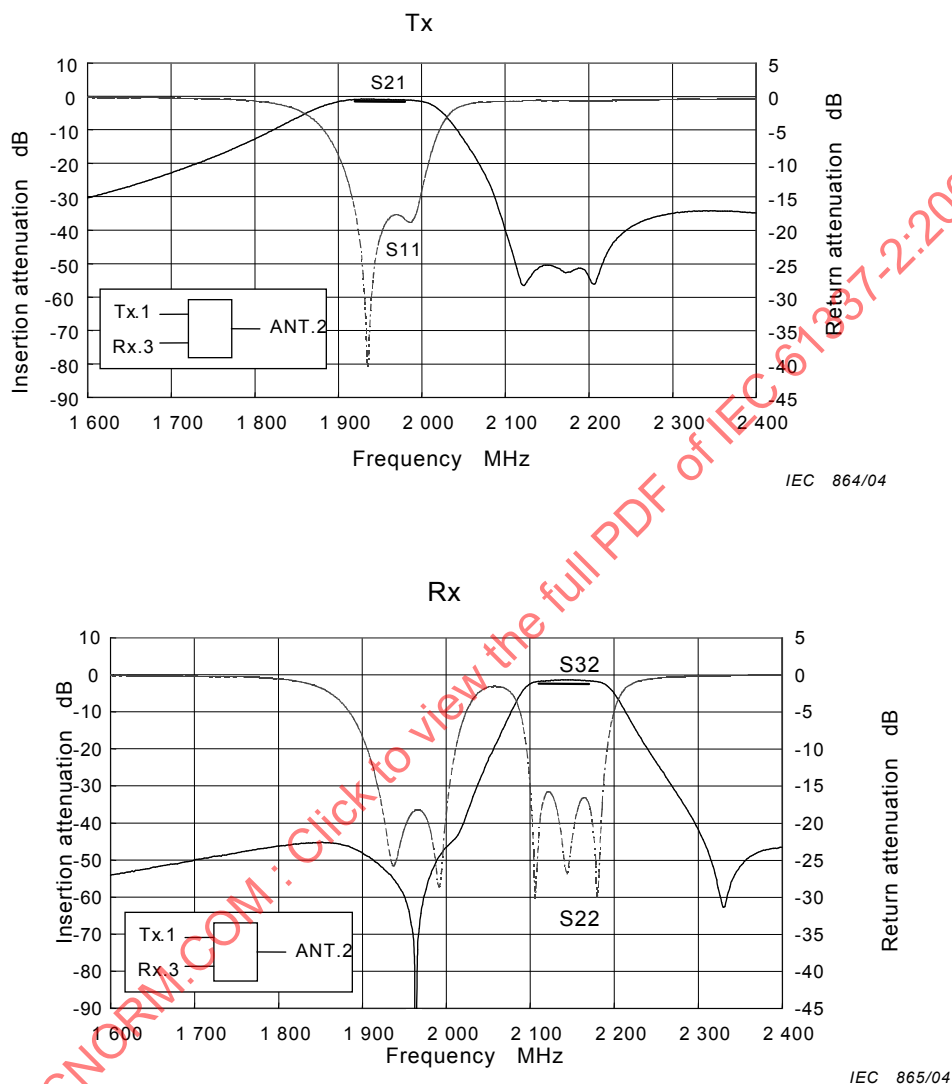


Figure 12 – Examples of the attenuation characteristics of a block-type duplexer for a wideband CDMA portable phone

3.2.4 Chip-type multilayered dielectric filter

a) Features of the chip-type multilayered dielectric filter

The chip-type multilayered dielectric filter is popularly used in portable phones as a low-pass filter on the transmitting side to eliminate the spurious responses or as an interstage band-pass filter on the receiving side.

The advantages of this filter are small size, light weight, and easy handling for the surface mount device. The disadvantages are the relatively high insertion attenuation due to its low unloaded Q of around 100, and the limitation of maximum sections, generally three sections, due to the inferior adjustment structure of inside electrodes.

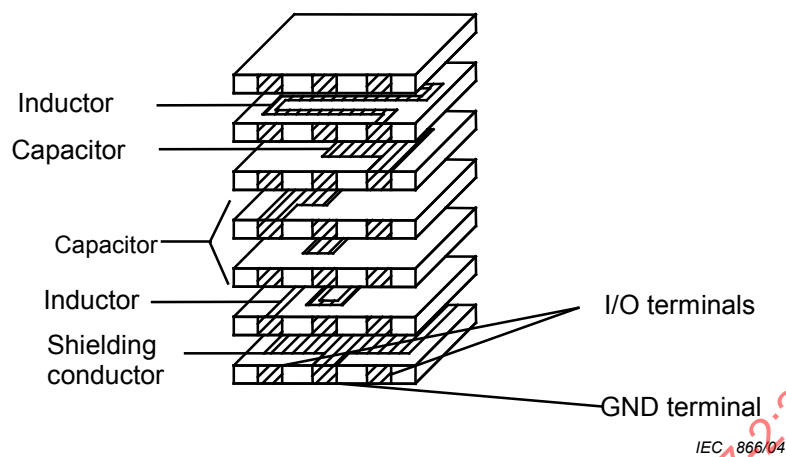


Figure 13a – Lumped-element type filter

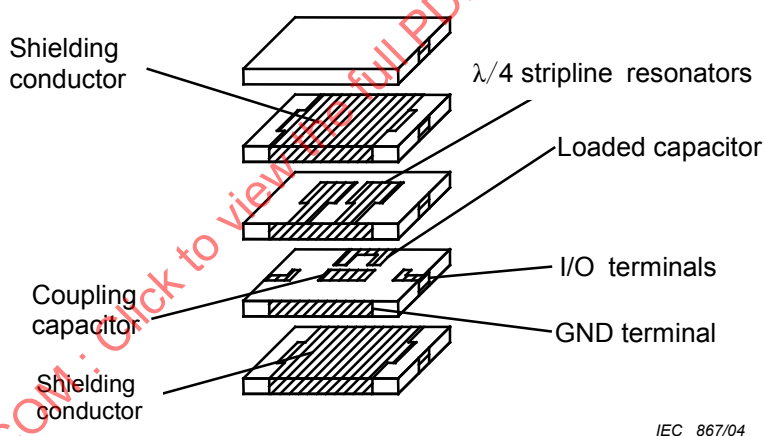


Figure 13b – Distributed-constant type filter

Figure 13 – Example of a chip-type multilayered dielectric band-pass filter

b) Construction of the chip-type multilayered dielectric filter

Figure 13 shows the construction of a chip-type multilayered filter. The conductive patterns are printed on dielectric sheets and they are stacked and co-fired together.

The chip-type filter is classified into two types. One is called the lumped-element filter that is made of the L and C conductive patterns. The dielectric materials of this filter generally have an ε' of between 7 and 10. The other is called the distributed-constant type filter that is made of the quarter wavelength stripline resonators. The dielectric materials of this filter has a higher ε' of between 20 and 80 to miniaturize the filter.

It is preferable to use the foot pattern recommended by each supplier, which removes the unmatched impedance or the undesirable stray capacitance and achieves the prescribed characteristics.

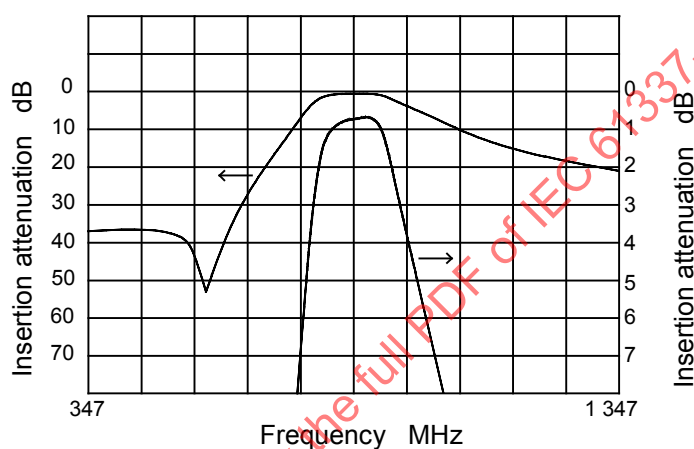


Figure 14a – Attenuation characteristics of an 800 MHz band-pass filter

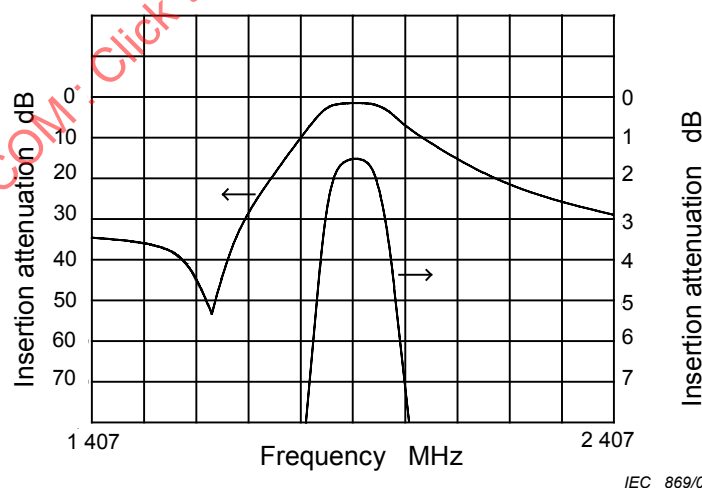


Figure 14b – Attenuation characteristics of a 1,9 GHz band-pass filter

Figure 14 – Example of the attenuation characteristics of a chip-type multilayered dielectric filter

c) Characteristics of the chip-type multilayered dielectric filter

Figure 14 shows examples of the characteristics for band-pass chip-type filters with mid-band frequencies of 800 MHz and 1,9 GHz. These filters have an insertion attenuation of between 1 dB and 2 dB. Their typical dimensions are 4,5 mm × 3,2 mm × 2,0 mm and 2,0 mm × 1,2 mm × 1,0 mm, respectively.

3.2.5 Stripline and microstripline dielectric filters

a) Features of stripline and microstripline dielectric filters

Stripline and microstripline dielectric filters are preferably used in planar and integrated circuits. They have wide flexibility in designing the strip conductor patterns that realizes the varieties of transmission characteristics.

These filters cover the frequency range from 300 MHz to 30 GHz and the maximum operating power up to 10 W. They can also realize the broad pass bandwidth from 5 % to 50 % as a fractional bandwidth, by their close coupling between neighbouring resonators. Their insertion attenuation, however, is relatively high compared with the $TE_{01\delta}$, TM, and TEM mode dielectric filters due to the lower unloaded Q of the stripline and microstripline resonators.

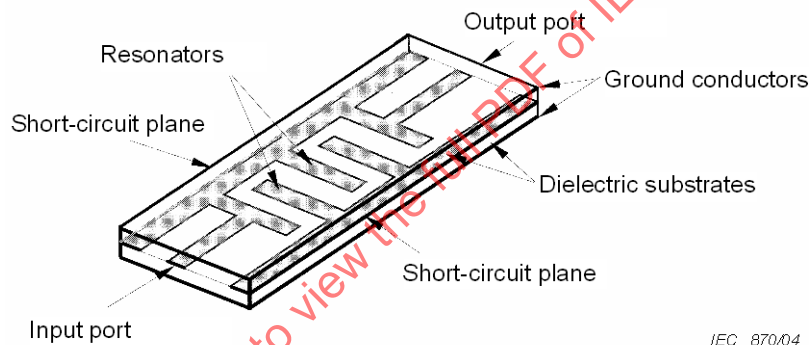


Figure 15a – Stripline dielectric filter

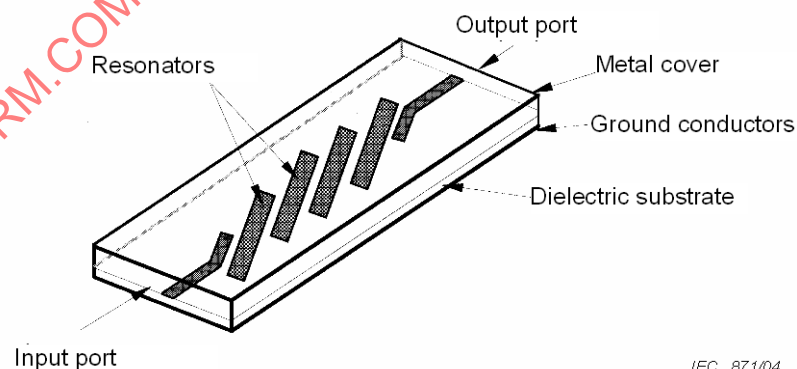


Figure 15b – Microstripline dielectric filter

Figure 15 – Schematic configurations of stripline and microstripline dielectric filter

b) Construction of the stripline and microstripline dielectric filters

Figures 15a and 15b show the schematic configuration of the stripline and microstripline band-pass filters, respectively.

In the case of the stripline filter, the strip conductor patterns are sandwiched between two layered dielectric substrates. PTFE or low-temperature co-fired ceramics (LTCC) are commonly used for the dielectric materials. These materials have an ε' from 2 to 10 and a relatively low dielectric loss. They can be stacked or co-fired with high-conductivity metals such as Ag, Cu, or Au.

The distance between the upper and lower outer conductors of this filter is designed to be short so that the higher order modes could be suppressed over the operating frequency band including the attenuation band. In addition, the upper and the lower ground conductors are short-circuited by metal walls or by through-hole rows, which suppress the parallel waveguide modes.

In the case of the microstripline dielectric filter, the strip conductor patterns are formed on the front surface of a dielectric substrate by a high-precision photo-etching technique, and a metal cover is attached in order to reduce the radiation loss and to obtain sharp attenuation characteristics outside the pass-band.

The width of the metal cover is designed to be less than a half-wavelength of the upper-limit frequency in the operation band for suppressing the waveguide modes. Materials such as polytetrafluoroethylene (PTFE) or low-loss alumina ceramics are commonly used for the substrate. Thinner substrate suppresses the surface radiation mode and an ε' higher than 5 is desirable to obtain sufficient electric-field concentration in the dielectric substrates.

c) Characteristics of the stripline and microstripline dielectric filters

Figure 16 shows an example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a parallel-coupled stripline band-pass filter. The resonators are made of the half-wavelength striplines open-circuited at both ends. This filter does not need any adjustment structure as the long resonator elements have the advantage in the dimensional production dispersion.

In the transmission characteristics, the lowest spurious response appears at $2f_0$ where f_0 is the mid-band frequency of the first pass band.

Figure 17 shows an example of the conductor pattern and attenuation characteristic of an interdigital band-pass filter. The resonators are made of quarter wavelength striplines, one end of which is short-circuited and the other end open-circuited. The lowest spurious response of this filter appears at $3f_0$.

Figure 18 shows an example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a comb-line band-pass filter. The resonators are made of one-eighth wavelength striplines, one end of which is short-circuited and the other end loaded with a lumped capacitor. The lowest spurious response of this filter appears at about $3f_0$ and $5f_0$.

Figure 19 shows an example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a band-stop filter. The resonators are made of stripline resonator stubs, one end of which is short-circuited and the other capacitively coupled with the main stripline.

The resonance frequency of the resonator stub is adjusted so that the maximum transmission attenuation is obtained at the mid-band frequency of the stop band.

As practical values, the three-section band-pass filters have an insertion attenuation of between 0,5 dB and 1,5 dB with a mid-band frequency of 2 GHz and a fractional bandwidth of 10 %, and the stop-band filter has an insertion attenuation of greater than 50 dB. These attenuation characteristics are the function of the operating frequency, pass bandwidth, number of resonators, and unloaded Q of resonators.

The characteristics of microstripline dielectric filters are relatively inferior to those of stripline dielectric filters, because thinner substrates must be used to suppress the surface radiation mode. Conductor patterns similar to the stripline filters are used for the microstripline dielectric filters.

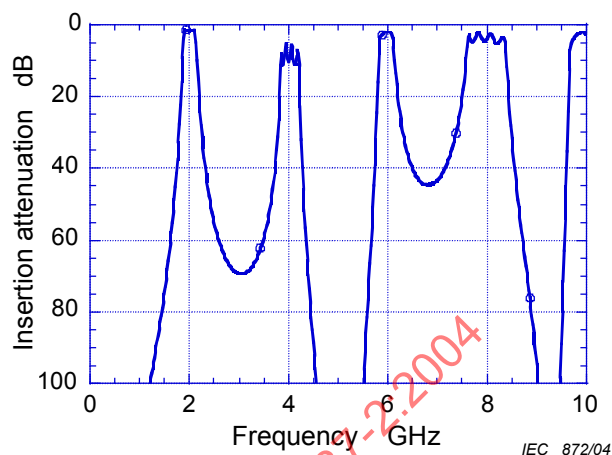
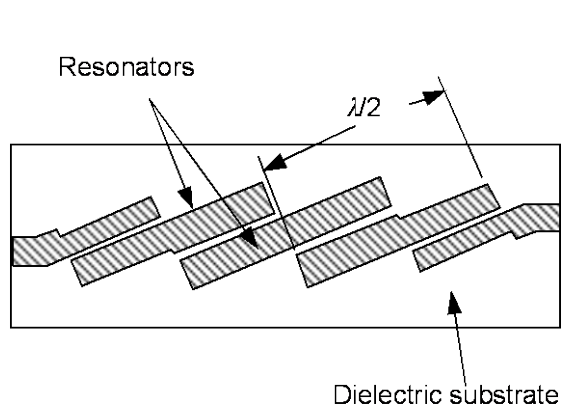


Figure 16 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a parallel-coupled band-pass stripline filter

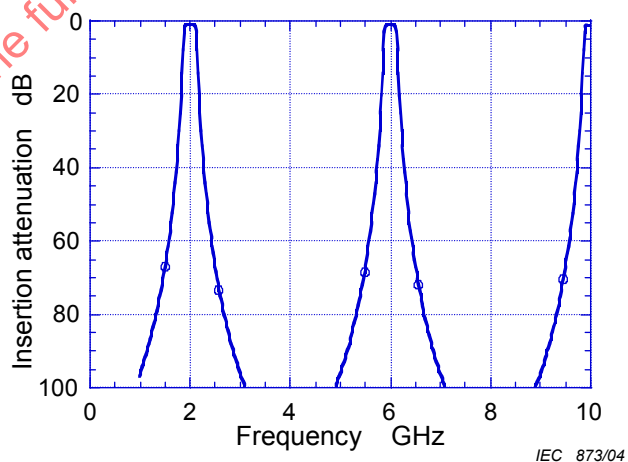
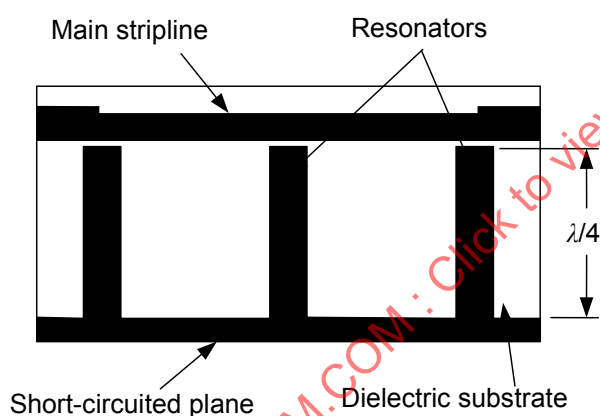
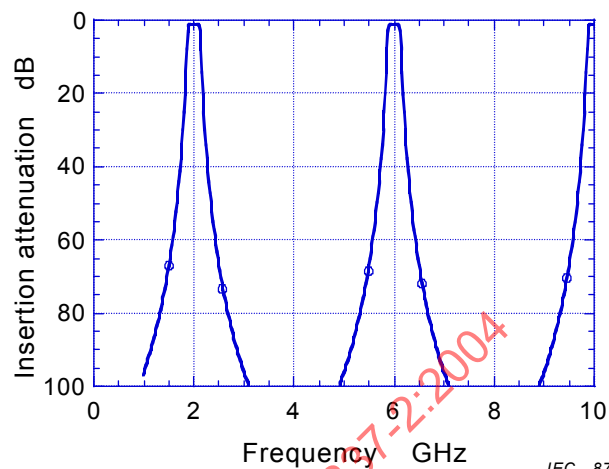
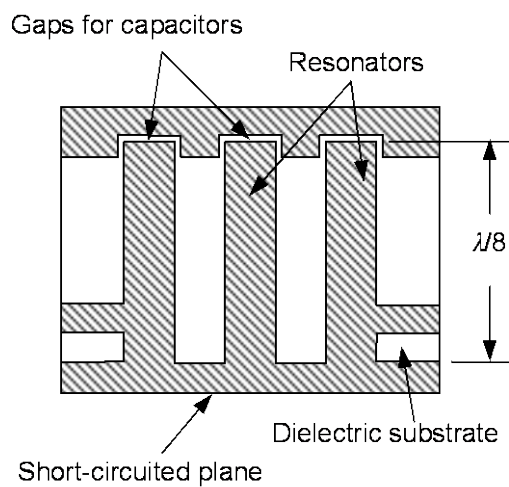
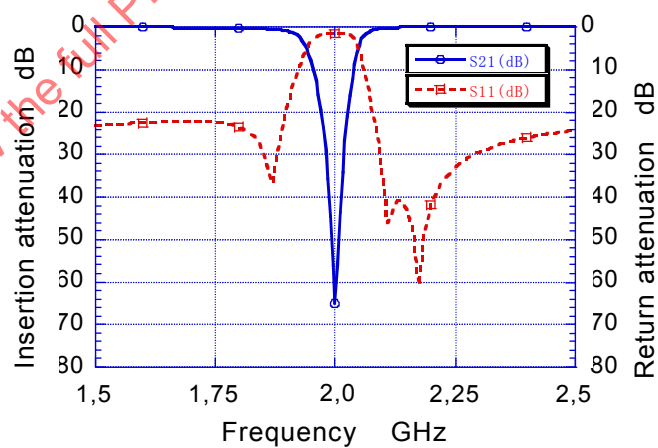
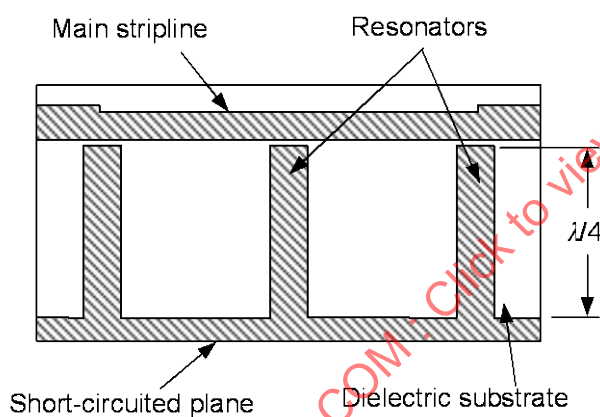


Figure 17 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of an interdigital band-pass stripline filter



IEC 874/04

Figure 18 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a comb-line band-pass stripline filter



IEC 875/04

Figure 19 – Example of the conductor pattern and attenuation characteristic of a band-stop stripline filter

4 Checklist of dielectric resonator specification

The following checklist provides guidance for the manufacturer to complete specifications for a particular dielectric filter, including parameters and operating environmental characteristics. It will also be useful for operation of the filter and for drawing up specifications. The prospective user is then able to more accurately evaluate the applicability of the filter to his intended use. The list also assists the user when he finds it necessary to specify a new dielectric filter for a particular application, by alerting him to the various operating conditions and performance characteristics that need definition.

When a standard item can meet the requirements, it will be sufficient to specify the corresponding specifications. When the existing detail specifications cannot wholly meet the requirements, the specifications should be referred to, together with a list of known differences.

In rare cases where it is not reasonable to quote the differences to the existing detail specifications, new specifications are to be prepared in a format similar to those already used for a standard detail specification.

Clearly, it is not necessary to specify all of the parameters listed for every application. Only those that are of importance in a particular case should be imposed. Specifications regarding non-critical parameters, as well as the imposition of unnecessarily close tolerances, would result in excessive costs.

In Table 1, reference is made to the relevant clauses and subclauses of IEC 60068-1, IEC 60068-2, IEC 61337-1-1, and IEC 61337-1-2.

4.1 Checklist

Table 1 – References to relevant publications

	Relevant IEC publications, clauses and subclauses
Electrical characteristics	
Transmission characteristics at standard atmospheric conditions	61337-1-2, 5.2.1
Transmission characteristics as a function of temperature	61337-1-2, 5.2.2
Return characteristics at standard atmospheric conditions	61337-1-2, 5.2.3
Insulation resistance	61337-1-2, Clause 6
Voltage proof	61337-1-2, Clause 7
Power capability	61337-1-2, Clause 8
Environmental characteristics	
Storage test	61337-1-2, Clause 9
High temperature ageing	61337-1-2, Clause 10
Rapid change of temperature	61337-1-2, Clause 13, 60068-2-14
Bump	61337-1-2, Clause 14, 60068-2-29
Vibration	61337-1-2, Clause 15, 60068-2-6
Shock	61337-1-2, Clause 16, 60068-2-27
Acceleration, steady state	61337-1-2, Clause 17, 60068-2-7
Climatic tests	61337-1-2, Clause 18, 60068-1
Dry heat	61337-1-2, 18.1, 60068-2-2
Damp heat, cyclic	61337-1-2, 18.2, 60068-2-30

	Relevant IEC publications, clauses and subclauses
Cold Damp heat, steady state Low air pressure Other factors	61337-1-2, 18.3, 60068-2-1 61337-1-2, Clause 19, 60068-2-78 61337-1-2, Clause 20, 60068-2-13
Physical characteristics Strength of terminations Tensile test and thrust test Bend test Torque test Solderability (where applicable) Resistance to soldering heat and to dissolution of metallization Solderability of terminations Other factors	61337-1-2, Clause 11, 60068-2-21 61337-1-2, 11.1 61337-1-2, 11.2 61337-1-2, 11.3 61337-1-2, Clause 12, 60068-2-20 61337-1-2, 12.1, 60068-2-58 61337-1-2, 12.2
Inspection requirements Applicable documents (related specifications) Inspection authority Type test Type test procedure Acceptable quality level Marking Other factors	61337-1-2, Annex A 61337-1-2, Annex A 61337-1-1, Clause 5

Bibliography

KOBAYASHI, Y., AOKI, T. and KABE Y. Influence of conductor shields on the Q-factors of a TE₀ dielectric resonator. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, Dec. 1985, Vol. MTT-33, p. 1361-1366

KOBAYASHI, Y. and NAKAYAMA, S. Design charts for shielded dielectric rod and ring resonators. *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Digest*, June 1986, p. 241-244

WAKINO, K., NISHIKAWA, T., TAMURA, S. and ISHIKAWA, Y. Microwave bandpass filters containing dielectric resonator with improved temperature stability and spurious response. *IEEE MTT-S, International Microwave Symposium Digest*, 1975, p. 63-65

TAMURA, H., HATTORI, J., NISHIKAWA, T. and WAKINO, K. Third harmonic distortion of dielectric resonator materials. *Japan Journal of Applied Physics*, 1989, 28, p. 2528-2531

ISHIKAWA, Y., HATTORI, J., ANDOH, M. and NISHIKAWA, T. 800 MHz high-power duplexer using TM dual-mode dielectric resonators. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, II-3, 1992, p. 1617-1620

KOBAYASHI, Y. and YOSHIDA, S. Bandpass filters using TM₀₁₀ dielectric rod resonators. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, June 1978, p. 233-235

KOBAYASHI, Y. and FURUKAWA, H. Elliptic bandpass filters using four TM₀₁₀ dielectric rod resonators. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, June 1986, p. 353-356

WAKINO, K., NISHIKAWA, T. and ISHIKAWA, Y. Miniaturized duplexer for land mobile communication using high-K dielectric ceramics. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, 1981, p. 185-187

MATSUMOTO, H., TSUJIGUCHI, T. and NISHIKAWA, T. A miniaturized dielectric monoblock duplexer matched by the buried impedance transforming circuit. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, 1995, 3, p.1539-1542

COHN, SB. Parallel-coupled transmission-line-resonator filters. *IRE Trans. on MTT*, 1958, MTT-6, p. 223-231

MATTHAEI, GL. Interdigital band-pass filters. *IRE Trans. on MTT*, 1962, MTT-10, p. 479-491

MATTHAEI, GL. Comb-line band-pass filters of narrow or moderate bandwidth. *Microwave Journal*, 1963, vol.6, p. 82-91

CRISTAL, EG. Tapped-Line coupled transmission lines with applications to interdigital and comb-line filters. *IEEE Trans. on MTT*, 1975, MTT-23, p. 1007-1012

YOUNG, L., MATTHAEI, GL. and JONES, EMT. Microwave band-stop filters with narrow stop bands. *IRE Trans. on MTT*, 1962, MTT-10, p. 416-427

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Guide d'application pour filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés	34
3.1 Classification des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés	34
3.2 Remarques pratiques sur les filtres utilisant des filtres diélectriques à modes guidés	35
3.2.1 Filtre diélectriques de mode $TE_{01\delta}$	35
3.2.2 Filtre diélectrique de mode TM	38
3.2.3 Filtre diélectrique coaxial de mode TEM	41
3.2.4 Filtre diélectrique multicouche de type à puce	43
3.2.5 Filtres diélectriques à lignes ouvertes et à micro-lignes ouvertes	45
4 Liste de contrôle des spécifications d'un résonateur diélectrique	49
4.1 Liste de contrôle	50
Bibliographie	52
Figure 1 – Q sans charge typique et puissance de fonctionnement maximale des filtres diélectriques	35
Figure 2 – Exemple de Q sans charge pour un filtre diélectrique de mode $TE_{01\delta}$ pratiquement équivalent à celui d'un filtre à cavité métallique de mode TE_{101}	36
Figure 3 – Exemple de filtre diélectrique passe-bande de mode $TE_{01\delta}$	37
Figure 4 – Exemple de filtre diélectrique coupe-bande de mode $TE_{01\delta}$	37
Figure 5 – Exemple de réponse parasite pour le filtre diélectrique passe-bande de mode $TE_{01\delta}$	38
Figure 6 – Exemple de filtre diélectrique passe-bande de mode $TE_{01\delta}$ avec des résonateurs coaxiaux de quart de longueur d'onde	38
Figure 7 – Résonateurs diélectriques de mode TM_{010} et TM_{110}	39
Figure 8 – Exemple de niveau de déformation de la troisième harmonique d'un matériau de résonateur diélectrique à 800 MHz.	40
Figure 9 – Exemple d'un filtre d'antenne et d'un duplexeur d'antenne pour des stations de base cellulaires	40
Figure 10 – Facteur Q sans charge obtenu de manière pratique de résonateurs diélectriques de quart de longueur d'onde de mode TEM avec un ϵ' de 20, 40 et 90 (diamètre externe = 3 mm; diamètre interne = 1 mm; conductivité pratique du conducteur écran = $4,8 \times 10^7$ [S/m])	42
Figure 11 – Exemples de duplexeurs d'antenne pour téléphones portables utilisant un résonateur diélectrique de mode TEM	42
Figure 12 – Exemples de caractéristiques d'affaiblissement d'un duplexeur de type à blocs d'un téléphone portable CDMA large bande	43
Figure 13 – Exemple de filtre diélectrique passe bande multicouche de type à puce	44

Figure 14 – Exemple des caractéristiques d'affaiblissement d'un filtre diélectrique multicouche de type à puce	45
Figure 15 – Configurations schématiques d'un filtre diélectrique à lignes ouvertes et à micro lignes ouvertes	46
Figure 16 – Exemple de motif conducteur et de caractéristique d'affaiblissement d'un filtre passe bande à lignes ouvertes couplées en parallèle	48
Figure 17 – Exemple de motif conducteur et de caractéristique d'affaiblissement d'un filtre passe bande à lignes ouvertes interdigitées	48
Figure 18 – Exemple de motif conducteur et de caractéristique d'affaiblissement d'un filtre passe bande à lignes ouvertes en peigne.....	49
Figure 19 – Exemple de motif conducteur et de caractéristique d'affaiblissement d'un filtre coupe bande à lignes ouvertes.....	49
Tableau 1 – Références aux publications applicables	50

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES UTILISANT DES RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

Partie 2: Lignes directrices d'utilisation

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 61337-2 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 version bilingue (2014-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2004-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 49/665/FDIS et 49/683/RVD.

Le rapport de vote 49/683/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.

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

La CEI 61337 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés*:

Partie 1: Spécification générique;¹

Partie 1-1: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essai – Informations générales et valeurs normalisées;²

Partie 1-2: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais – Conditions d'essai;²

Partie 2: Lignes directrices d'utilisation;

Partie 3: Encombrements normalisés³.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

¹ A publier.

² A fusionner avec et remplacer par la CEI 61337 dans un proche futur.

³ A l'étude.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61337 donne des conseils pratiques sur l'utilisation de filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés utilisés dans les télécommunications et les systèmes radar. On se reporte à la CEI 61337-1-1 et à la CEI 61337-1-2 pour les informations générales, les valeurs normalisées et les conditions d'essai.

Les caractéristiques de ces filtres diélectriques sont une petite taille, de faibles pertes, une fiabilité élevée et une grande stabilité en température et en vieillissement. Les filtres diélectriques conviennent à des applications telles que les services de communications mobiles, les services de communications mobiles par satellite, les services de communications terrestres hyperfréquences et les services de communications fixes par satellite. Ils sont maintenant largement utilisés pour les duplexeurs et les filtres des téléphones portables et des stations de base cellulaires.

La présente norme a été compilée en réponse à une demande de conseils, couramment exprimée par les utilisateurs et par les fabricants, sur l'utilisation des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés, pour les utiliser au mieux. Pour cette raison, les caractéristiques générales et fondamentales sont expliquées dans la présente norme.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61337-2:2004

FILTRES UTILISANT DES RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

Partie 2: Lignes directrices d'utilisation

1 Domaine d'application

Le domaine d'application de la présente partie de la CEI 61337 est limité aux filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés utilisés pour des applications hyperfréquences telles que les téléphones portables, les stations de base cellulaires et les liaisons radio.

La présente norme n'est pas destinée à expliquer la théorie ni à couvrir toutes les situations qui peuvent apparaître dans la pratique. La présente norme attire l'attention sur certains des aspects les plus importants qu'il convient qu'un utilisateur prenne en compte avant de passer commande pour des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés. Ainsi, l'utilisateur évitera d'être confronté à des performances non satisfaisantes.

Des spécifications normalisées telles que celles données dans la CEI 61337 et des spécifications nationales ou des spécifications particulières fournies par les fabricants, définiront les combinaisons disponibles de fréquence centrale, bande passante, affaiblissement d'insertion, ondulation dans la bande passante, affaiblissement d'écho, réponses parasites, puissance de fonctionnement, etc. Ces spécifications sont groupées pour couvrir une large gamme de filtres diélectriques possédant des performances normalisées. On ne saurait trop insister sur le fait qu'il convient que l'utilisateur doit, dans la mesure du possible, choisir des filtres diélectriques à partir de ces spécifications, quand elles sont disponibles, même si cela peut l'amener à apporter de légères modifications à son circuit pour permettre l'utilisation de filtres normalisés.

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

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

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

CEI 60068-2-6:1975, *Essais d'environnement –Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

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

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

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

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

CEI 60068-2-21:1999, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

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

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

CEI 60068-2-58:1999, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td – Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 61337-1-1, *Filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 1-1: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essai – Informations générales et valeurs normalisées*

CEI 61337-1-2, *Filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés – Partie 1-2: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais – Conditions d'essai*

3 Lignes directrices d'application pour filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés

3.1 Classification des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés

Les filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés sont classés en six types: les filtres diélectriques de mode $TE_{01\delta}$, les filtres diélectriques de mode TM, les filtres diélectriques coaxiaux de mode TEM, les filtres diélectriques à lignes ouvertes et à micro lignes ouvertes et les filtres à puces multicouche.

Ces filtres diélectriques sont classés selon leur puissance de fonctionnement et le facteur de qualité sans charge Q de leur mode de résonance. La Figure 1 indique le rapport entre Q sans charge et la tenue en puissance maximale pour ces filtres dans des applications pratiques.

Une tenue en puissance élevée jusqu'à 100 W constitue l'avantage des filtres diélectriques. Il convient toutefois de limiter la puissance de fonctionnement maximale par la construction des filtres et par la valeur de Q du résonateur diélectrique utilisé pour les filtres, parce qu'une puissance de fonctionnement plus élevée entraîne une élévation de la température qui a comme conséquence des caractéristiques électriques inférieures telles qu'un décalage de la fréquence centrale et une augmentation de l'affaiblissement d'insertion.

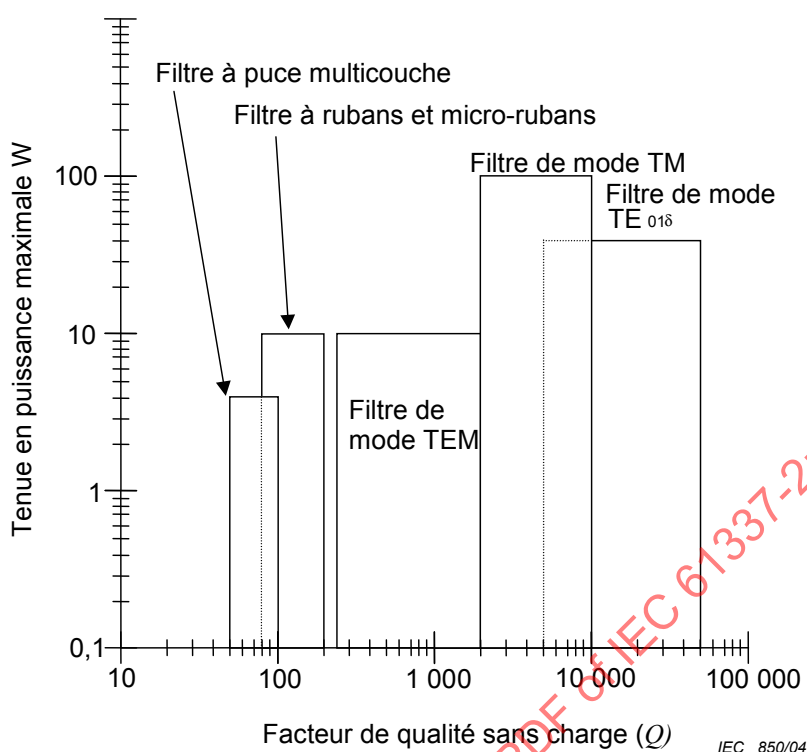


Figure 1 – Q sans charge typique et puissance de fonctionnement maximale des filtres diélectriques

3.2 Remarques pratiques sur les filtres utilisant des filtres diélectriques à modes guidés

3.2.1 Filtre diélectriques de mode $TE_{01\delta}$

a) Caractéristiques des filtres diélectriques de mode $TE_{01\delta}$

Le résonateur de mode $TE_{01\delta}$ présente un Q sans charge très élevé, puisque la majeure partie de l'énergie de résonance est stockée dans l'élément diélectrique, et la perte du cuivre due à la résistivité du conducteur écran est réduite au minimum.

La Figure 2 représente un exemple de Q sans charge pour un filtre diélectrique de mode $TE_{01\delta}$ pratiquement équivalent à celui d'une cavité en métal de mode TE_{101} . Un Q sans charge élevé, de 5 000 à 10 000, est obtenu en utilisant des matériaux de résonateur diélectrique de Q élevé de caractéristiques telles qu'un ε de 30 et une valeur $Q \times f$ de 150 000 GHz, ou un ε' de 25 et une valeur $Q \times f$ de 300 000 GHz.

En utilisant ces résonateurs diélectriques de mode $TE_{01\delta}$, on réalise des filtres diélectriques miniaturisés avec un faible affaiblissement d'insertion et une grande stabilité en température sur la gamme de fréquences allant de 1 GHz à 20 GHz. La largeur de bande relative du filtre passe-bande diélectrique de mode $TE_{01\delta}$ est habituellement inférieure à 1 % de la fréquence centrale.

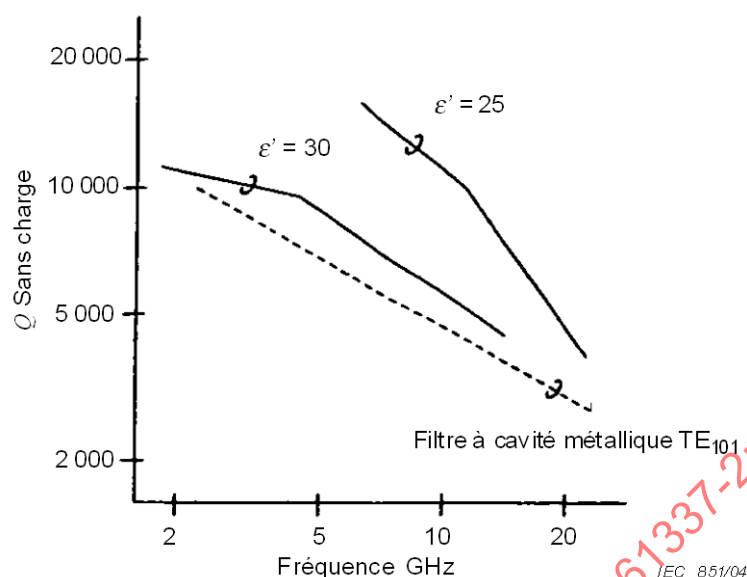


Figure 2 – Exemple de Q sans charge pour un filtre diélectrique de mode $TE_{01\delta}$ pratiquement équivalent à celui d'un filtre à cavité métallique de mode TE_{101}

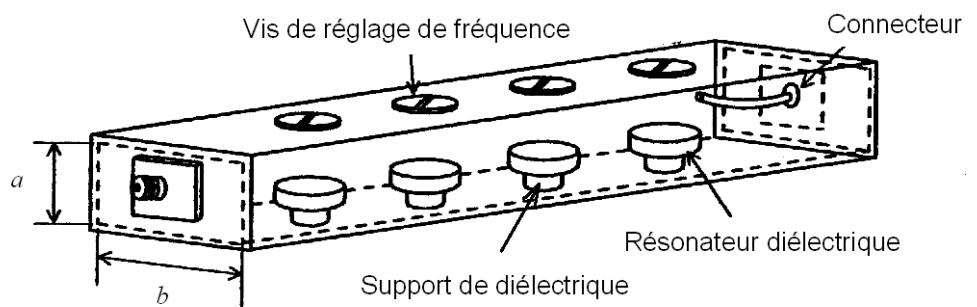
b) Construction des filtres diélectriques de mode $TE_{01\delta}$

La Figure 3 donne un exemple de filtre diélectrique passe bande de mode $TE_{01\delta}$. Plusieurs éléments de résonateurs diélectriques en forme de colonne ou de cylindre sont fixés dans un boîtier en métal.

Les dimensions a et b du filtre sont déterminées pour constituer le guide d'onde de coupure du mode TE_{10} dominant. L'ajustement de la fréquence centrale par la vis de réglage est inférieur à 1 % de la fréquence centrale pour le filtre diélectrique, alors que l'ajustement de la fréquence centrale pour le filtre à mode guidé de mode TE_{101} est 5 %.

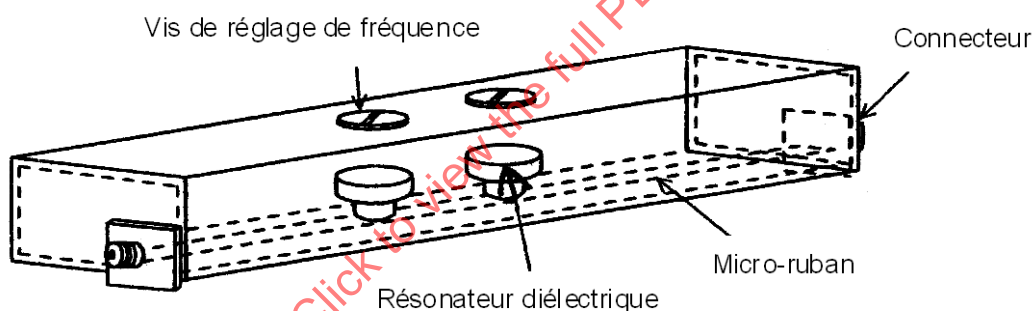
La Figure 4 donne un exemple de filtre diélectrique coupe bande de mode $TE_{01\delta}$. Les résonateurs diélectriques en forme de colonne ou de cylindre sont couplés à la ligne ouverte. Les résonateurs sont fixés à des intervalles de trois quarts de longueur d'onde le long de la ligne ouverte.

Le facteur de qualité Q sans charge élevé des résonateurs diélectriques réalise la largeur de bande étroite et la faible perte d'insertion dans la fréquence voisine de la bande de réjection du filtre diélectrique coupe-bande de mode $TE_{01\delta}$.



IEC 852/04

Figure 3 – Exemple de filtre diélectrique passe-bande de mode $TE_{01\delta}$



IEC 853/04

Figure 4 – Exemple de filtre diélectrique coupe-bande de mode $TE_{01\delta}$

c) Caractéristiques des filtres diélectriques de mode $TE_{01\delta}$

Dans le cas du filtre diélectrique de mode $TE_{01\delta}$, la détérioration des caractéristiques d'affaiblissement est provoquée par les résonances parasites inutiles présentes sur 1,2 fois la fréquence centrale.

La Figure 5 donne un exemple de la réponse parasite du filtre diélectrique passe-bande de mode $TE_{01\delta}$. Cette réponse parasite peut être supprimée en utilisant les éléments de résonance coaxiaux de quart de longueur d'onde pour le premier et le dernier résonateurs du filtre. La Figure 6 montre un exemple du filtre avec les éléments de résonance coaxiaux.

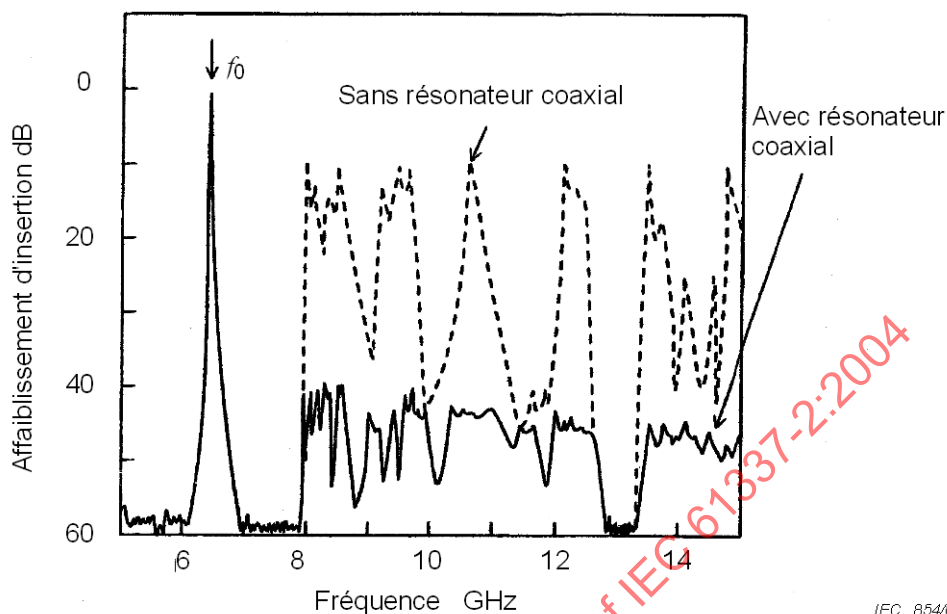


Figure 5 – Exemple de réponse parasite pour le filtre diélectrique passe-bande de mode TE_{016}

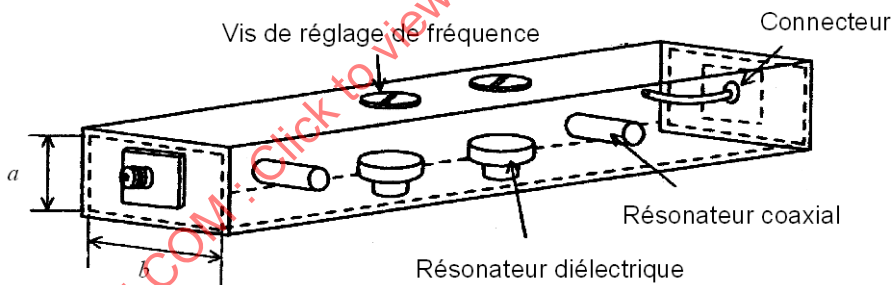


Figure 6 – Exemple de filtre diélectrique passe-bande de mode TE_{016} avec des résonateurs coaxiaux de quart de longueur d'onde

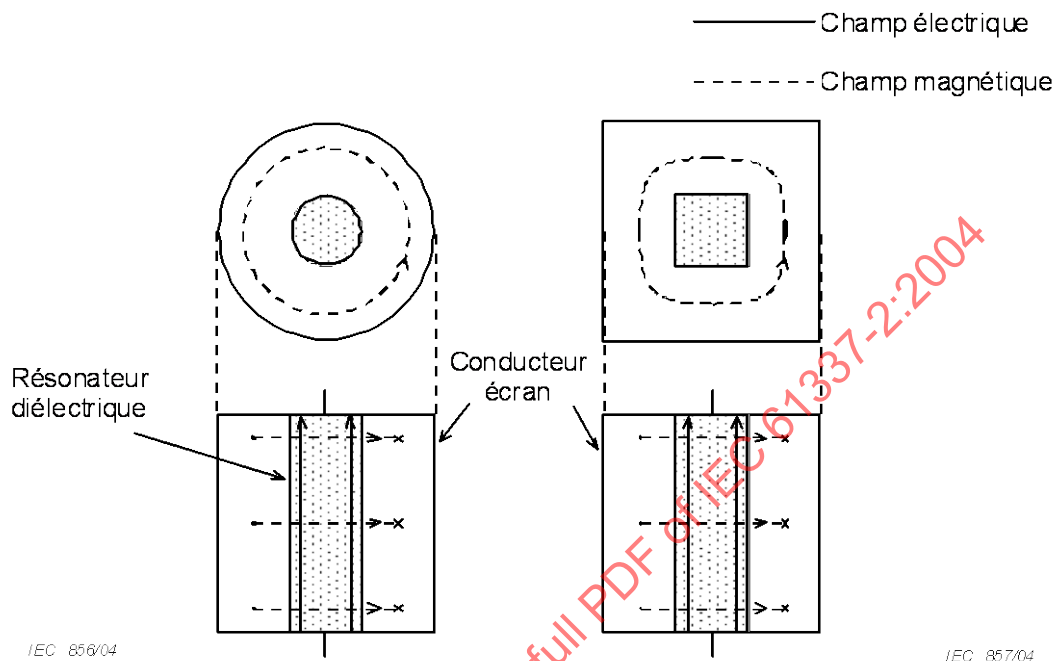
3.2.2 Filtre diélectrique de mode TM

a) Caractéristiques des filtres diélectriques de mode TM

La Figure 7 montre la construction des résonateurs diélectriques de mode TM_{010} et TM_{110} . Ces résonateurs sont souvent utilisés pour des applications de puissance élevée telles que des filtres pour stations de base cellulaires, en raison de la construction qui permet un dégagement de chaleur.

Lorsque le champ électrique passe du bas en haut du conducteur écran, les fréquences indésirables sont décalées si l'entrefer est entre le diélectrique et le conducteur écran en raison de la différence des coefficients de dilatation thermique. Pour résoudre ce problème, le résonateur de mode TM pratique et la cavité écran sont faits d'une structure d'un seul bloc utilisant le même matériau diélectrique. Le conducteur en argent est cuit sur la surface de cette cavité diélectrique. Cette structure d'un seul bloc atteint la stabilité à hautes températures de la fréquence de résonance et une fiabilité élevée pour le dégagement de la chaleur.

Les matériaux des résonateurs diélectriques utilisés pour les filtres des stations de base cellulaires doivent avoir un faible $\tan\delta$ pour restreindre la génération de chaleur et un faible niveau de déformation d'intermodulation pour restreindre les interférences entre plusieurs signaux.

Figure 7a – Mode TM_{010} Figure 7b – Mode TM_{110} **Figure 7 – Résonateurs diélectriques de mode TM_{010} et TM_{110}**

Les matériaux présentant un faible $\tan\delta$ ont un faible niveau de déformation de la troisième harmonique. La Figure 8 représente le niveau de déformation de la troisième harmonique à 800 MHz pour trois types de matériaux de résonateur diélectrique. Le matériau $(Zr,Sn)TiO_4$ avec un ϵ' de 38 et une valeur $Q \times f$ de 50 000 présente le faible niveau de déformation de -150 dBc à une intensité de champ de 50 V/mm, qui peut être utilisé pour des filtres de stations de base cellulaires.

b) Construction des filtres diélectriques de mode TM

La Figure 9 donne des exemples d'un filtre d'antenne et d'un duplexeur d'antenne pour des stations de base cellulaires. Le filtre d'antenne est fait de six résonateurs diélectriques de mode TM_{110} .

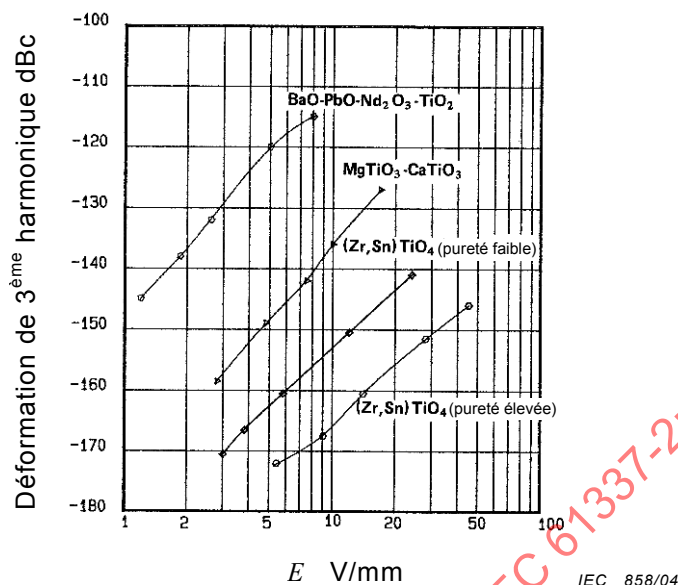


Figure 8 – Exemple de niveau de déformation de la troisième harmonique d'un matériau de résonateur diélectrique à 800 MHz

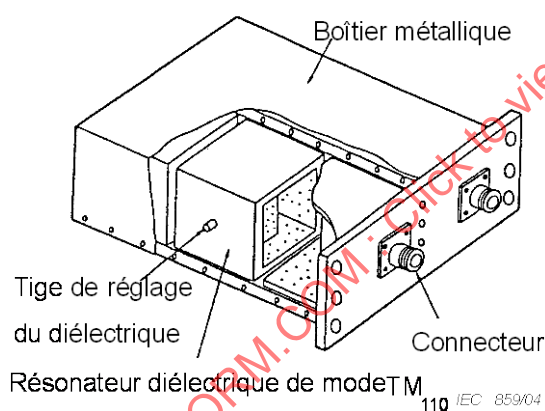


Figure 9a – Filtre d'antenne

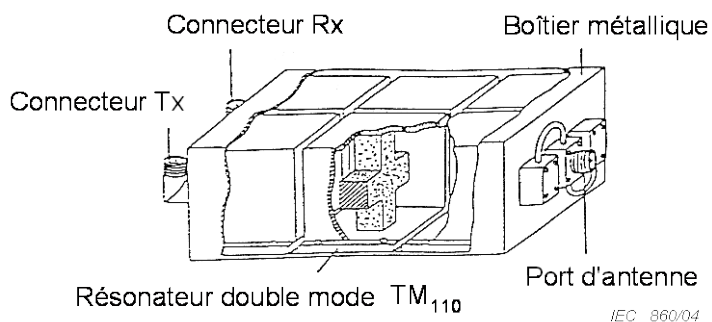


Figure 9b – Duplexeur d'antenne

Figure 9 – Exemple d'un filtre d'antenne et d'un duplexeur d'antenne pour des stations de base cellulaires

Le duplexeur d'antenne est constitué d'un filtre d'émission et d'un filtre de réception à six sections, chacun étant fait de trois résonateurs diélectriques mode double TM_{110} .

Un résonateur double mode TM_{110} fonctionne comme deux résonateurs simple mode TM_{110} . Le volume de ce duplexeur est la moitié de celui du duplexeur utilisant des résonateurs simple mode TM_{110} .

c) Caractéristiques des filtres diélectriques de mode TM

Les caractéristiques du duplexeur représenté à la Figure 9b sont 900 MHz de la fréquence centrale, 100 W de la puissance maximale appliquée et -160 dBc du troisième niveau de déformation d'intermodulation sous les puissances à deux fréquences porteuses appliquées, chacune valant 30 W. Sa dimension est 87 mm × 54 mm × 13 mm.

3.2.3 Filtre diélectrique coaxial de mode TEM

a) Caractéristiques des filtres diélectriques de mode TEM

Les filtres diélectriques miniaturisés utilisant les résonateurs diélectriques de quart de longueur d'onde de mode TEM sont souvent utilisés pour le duplexeur des téléphones portables. Ils sont également utilisés pour les systèmes de réseau locaux sans fil. Les avantages de ces filtres sont un faible affaiblissement d'insertion, des caractéristiques élevées d'affaiblissement, une faible dérive en basse fréquence en fonction de la température et une grande disponibilité de l'alimentation.

Le facteur de qualité Q sans charge (Q_u) du résonateur de quart de longueur d'onde de mode TEM est donné par l'équation suivante:

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_C} \quad (1)$$

où

Q_0 est le facteur de qualité dû au $\tan \delta$ du matériau; et

Q_C est le facteur de qualité dû à la perte de conduction du conducteur d'écran.

$$Q_0 = 1/\tan \delta \quad (2)$$

$$Q_C = \sqrt{2\sigma\omega_0\mu_0} \cdot \frac{\ln(b/a)}{2/a + 2/b + (2/L)\ln(b/a)} \quad (3)$$

où

σ est la conductivité du conducteur d'écran;

a est le diamètre extérieur du résonateur de quart de longueur d'onde de mode TEM;

b est le diamètre intérieur du résonateur de quart de longueur d'onde de mode TEM; et

L est la longueur du résonateur de quart de longueur d'onde de mode TEM.

Puisque le facteur Q_0 du résonateur de quart de longueur d'onde de mode TEM est bien plus grand que Q_C , son facteur Q sans charge est presque déterminé par Q_C . De grandes valeurs de a , b et L donnent un Q_C plus grand et donc un facteur Q sans charge plus grand pour ce résonateur. La Figure 10 représente un facteur de qualité Q sans charge obtenu de manière pratique en fonction de la fréquence. Le résonateur avec un ϵ' inférieur est plus long à la même fréquence de résonance, ce qui donne un Q sans charge plus élevé.

b) Construction des filtres diélectriques de mode TEM

La Figure 11 donne un exemple de deux types de duplexeurs d'antenne pour téléphones portables: un duplexeur de type discret et un duplexeur de type à blocs. Ces duplexeurs sont montés en surface sur la carte de circuit par les bornes d'entrée-sortie.

Le duplexeur de type discret est fait de plusieurs résonateurs de mode TEM, couplés entre eux de manière capacitive ou inductive sur une carte en résine plaquée de cuivre.

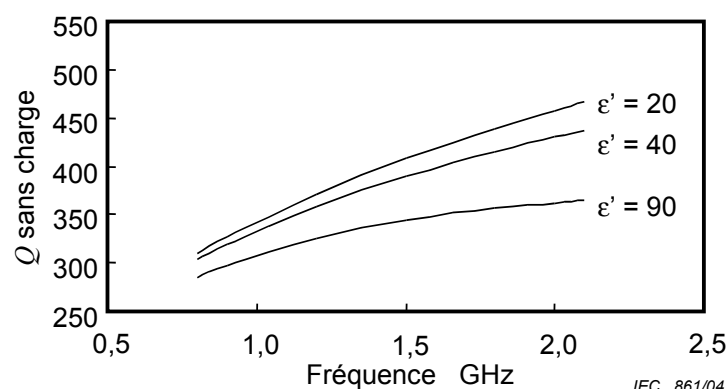


Figure 10 – Facteur Q sans charge obtenu de manière pratique de résonateurs diélectriques de quart de longueur d'onde de mode TEM avec un ϵ' de 20, 40 et 90 (diamètre externe = 3 mm; diamètre interne = 1 mm; conductivité pratique du conducteur écran = $4,8 \times 10^7$ [S/m])

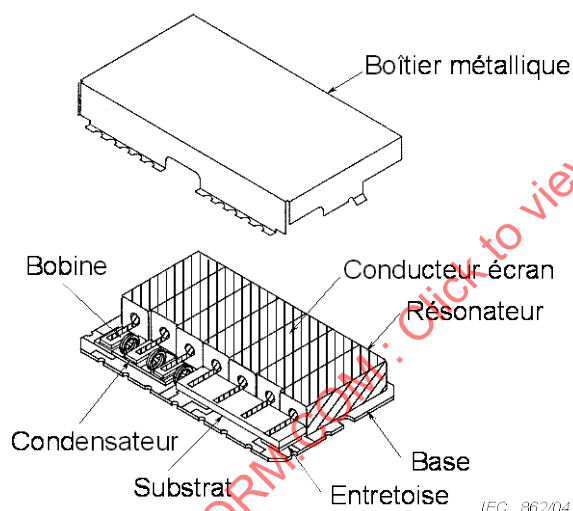


Figure 11a – Duplexeur de type discret

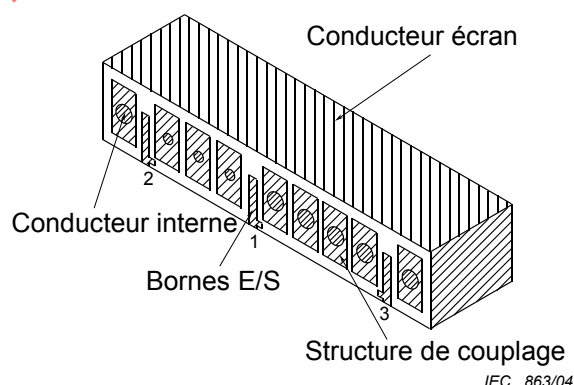


Figure 11b – Duplexeur de type à blocs

Figure 11 – Exemples de duplexeurs d'antenne pour téléphones portables utilisant un résonateur diélectrique de mode TEM

Le duplexeur de type à blocs est fait d'un bloc diélectrique monolithique avec plusieurs trous. L'intérieur des trous et l'extérieur du bloc sauf l'extrémité avant sont plaqués de métal. Au niveau de l'extrémité avant, les résonateurs sont couplés de manière capacitive les uns aux autres par les structures des électrodes.

Le duplexeur de type à blocs présente l'avantage d'être moins haut que le duplexeur de type discret, parce qu'un boîtier métallique n'est pas nécessaire pour ce duplexeur.