

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Hollow metallic waveguides –
Part 1: General requirements and measuring methods**

**Guides d'ondes métalliques creux –
Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2016 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 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 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 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.



IEC 60153-1

Edition 2.0 2016-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Hollow metallic waveguides –
Part 1: General requirements and measuring methods**

**Guides d'ondes métalliques creux –
Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.120.10

ISBN 978-2-8322-3382-5

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	6
4 Type designation	7
4.1 Type	7
4.2 Designation.....	7
5 Standard atmospheric conditions for testing	8
6 Visual inspection	8
7 Mechanical requirements	8
7.1 Dimensions	8
7.1.1 General	8
7.1.2 Ordinary rectangular waveguides	9
7.1.3 Rectangularity of cross-section.....	10
7.1.4 Flat rectangular waveguides.....	10
7.1.5 Circular waveguides.....	11
7.2 Other mechanical requirements	11
7.2.1 Bow	11
7.2.2 Twist.....	12
7.2.3 Surface roughness	12
7.2.4 Internal stress	12
8 Electrical tests.....	12
8.1 Attenuation	12
8.2 Internal reflections from irregularity of internal dimensions	13
9 Additional tests – Gas tightness	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HOLLOW METALLIC WAVEGUIDES –**Part 1: General requirements and measuring methods****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60153-1 has been prepared by subcommittee 46F: RF and microwave passive components, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, RF connectors, RF and microwave passive components and accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1964. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) expand the operation frequency range;
- b) revise the equation of attenuation.

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

CDV	Report on voting
46F/302/CDV	46F/316/RVC

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

It is to be read in conjunction with IEC 60154: Flanges for waveguides.

A list of all parts in the IEC 60153 series, published under the general title *Hollow metallic waveguides*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

INTRODUCTION

This International Standard relates to straight hollow metallic tubing for use as waveguides in electronic equipment. In recent years, the operation frequency of waveguide components and systems has been extended to 1 THz and above. However, the first edition of the IEC 60153 series of standards only specified the aperture dimensions for ordinary rectangular waveguide for frequencies up to 325 GHz. In addition, the first edition of the IEC 60153 series of standards, dating from the 1960's, does not meet the needs of the current applications. This new edition of IEC 60153-1 addresses these two issues by extending the frequency coverage to 3 300 GHz and by addressing current applications for this type of waveguide.

This standard takes into account IEC 60068 when necessary.

When there is a difference between the general requirements and the relevant specification sheet, the latter prevails.

HOLLOW METALLIC WAVEGUIDES –

Part 1: General requirements and measuring methods

1 Scope

This part of IEC 60153 specifies straight hollow metallic tubing for use as waveguides in electronic equipment.

It covers:

- a) the details necessary to ensure compatibility and, as far as essential, interchangeability;
- b) test methods;
- c) uniform requirements for the electrical and mechanical properties.

It should be noted that no recommendations are made for the materials to be used for waveguides. The choice of material is agreed between customer and manufacturer.

2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org/>)

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60154, *Flanges for waveguides*

IEC 60261, *Sealing test for pressurized waveguide tubing and assemblies*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050, as well as the following apply.

3.1 type test

complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered to be able to produce products meeting the specification

3.2 type approval

decision by the proper authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered to be able to produce in reasonable quantities the type meeting the specification

3.3 acceptance tests

tests carried out to determine the acceptability of a consignment on the basis of an agreement between customer and manufacturer

Note 1 to entry: The agreement shall cover:

- a) the sample size,
- b) the selection of tests,
- c) the extent to which the specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note 2 to entry: In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

As these recommendations only cover type tests, these definitions are included only for brief information of testing specification.

3.4 factory tests

tests carried out by the manufacturer to verify that their products meet the specification

4 Type designation

4.1 Type

Type of products comprises similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products.

NOTE 1 Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

NOTE 2 Ratings cover the combination of:

- a) electrical ratings,
- b) sizes,
- c) environmental group.

NOTE 3 The limits of the range of ratings shall be agreed between customer and manufacturer.

4.2 Designation

The reference indication for waveguides covered by this specification shall comprise the following:

- a) the number of the IEC publication (60153);
- b) the letters "IEC";
- c) a hyphen;
- d) a letter indicating the shape of the inside cross-section of the waveguide:
R = ordinary rectangular (with a ratio of height to width of approximately 1:2)
F = flat rectangular
C = circular.

For other types of waveguides this letter indication shall be in accordance with the relevant specification sheets;

- e) a number characterizing a particular size of waveguide. This number indicates a frequency characteristic of the waveguide;
- f) where necessary, an additional indication as indicated on the relevant specification sheets. The letter "P" shall be used to indicate close tolerance types.

Example:

"60153 IEC-R 100" denotes a 22,860 mm × 10,160 mm (0,900 in × 0,400 in) ordinary rectangular waveguide with a centre frequency of approximately 10 GHz in the dominant mode.

5 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC 60068.

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

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

As these recommendations only cover type tests, these definitions are included only for brief information of testing conditions.

6 Visual inspection

The waveguides shall be uniform in composition and in wall thickness and shall be straight and smooth from end to end. There shall be no burrs, cracks, die marks, chatter marks, dirt, grease or other irregularities of the surface.

Both inner and outer surface shall have a clean bright appearance in accordance with good current practice.

7 Mechanical requirements

7.1 Dimensions

7.1.1 General

The dimensions of the waveguides and the tolerances thereon shall be in accordance with the values given on the relevant specification sheets. Dimensions and tolerance shall be given both in millimetres and inches, indicating in which system of units the dimensions were originated.

Independent of the system of units, the nominal dimensions of the inside and outside cross section shall be given in such a way that the values, the first digit of which is 3 to 9, should be given by 4 significant figures and those with first digits being 1 or 2 by 5 significant figures. In principle, internal nominal dimensions shall be rounded off to the nearest 0,001 mm or 0,0001 in and external dimensions should be rounded off to the nearest 0,01 mm or 0,001 in.

NOTE When these rules are applied, a junction of two hypothetical waveguides each with a nominal value in one of the systems will produce a calculated reflection of less than –70 dB for ordinary rectangular waveguides, except for the smaller types.

Unless otherwise specified, the following dimensions shall be given on the relevant specification sheets:

- a) nominal dimensions of inside cross-section,
- b) tolerances on inside dimensions,
- c) maximum radius of inside corner for rectangular waveguides,
- d) nominal wall thickness,
- e) maximum eccentricity,
- f) nominal dimensions of outside cross-section,
- g) tolerance on outside dimensions,
- h) minimum and maximum radius of outside corner for rectangular waveguides,
- i) ellipticity for circular waveguides.

7.1.2 Ordinary rectangular waveguides

7.1.2.1 Inside dimensions

The standard ratio between height and width of the inside cross-section is 1:2. (For some sizes the ratio between height and width differs somewhat from this ratio. These sizes were chosen because they were already extensively used). If closer tolerances are necessary, a ratio of $\pm 1/1\ 000$ is recommended.

The tolerances both on width and height are given on the relevant specification sheet. Inside corner radii shall be as given on the relevant specification sheet.

7.1.2.2 Wall thickness

The nominal wall thickness is defined as half the difference between nominal outside and inside dimensions in the original system of units. Its value shall be given on the relevant specification sheets for information.

After conversion from inches into millimetres, the values shall be rounded to the nearest 0,005 mm.

After conversion from millimetres into inches, the values shall be rounded to the nearest 0,001 in.

7.1.2.3 Outside dimensions

Nominal values of height and width shall be as given on the relevant specification sheet.

No outside dimensions have been specified for some of the largest sizes because a variety of manufacturing techniques are used.

The outside corner radius (r_2) shall be within the following limits:

$$r_2 \text{ min} = 0,5 d$$

$$r_2 \text{ max} = r_2 \text{ min} + 0,5 \text{ mm (0,02 in)}$$

where d is the nominal wall thickness.

7.1.3 Rectangularity of cross-section

7.1.3.1 General

The dimensional requirements in the IEC 60153 series do not control the rectangularity of the cross-section.

The allowed deviation from rectangularity is defined by the requirement that the shape of the inside (outside) cross-section shall be such that it is possible to inscribe the actual internal (external) cross-section in the area between the specified maximum and minimum internal (external) rectangles. A suitable method for checking rectangularity is given below by way of example.

Calliper or three dimensional coordinate measuring machine (3DCMM) or similar dimensional measurement equipment should be used in the cross-sectional dimensions.

7.1.3.2 For inside cross-section

In drawing the block through the waveguide, precaution shall be taken to keep it accurately normal to the waveguide axis.

For the dimensions of the block, the following applies:

- a) nominal dimensions of cross-section: nominal waveguide aperture size minus 1,1 times the tolerance,
- b) tolerance on nominal dimensions of cross-section: +0, –0,1 times tolerance on waveguide aperture,
- c) perpendicularity of the sides: not deviating by more than 3×10^{-4} radian,
- d) length 0,2 times internal width of the waveguide.

7.1.3.3 For outside cross-section

For the dimensions of the aperture, the following applies:

- a) nominal dimensions of cross-section: nominal waveguide outside cross-section plus 1,1 times the tolerance,
- b) tolerance on nominal dimensions of cross-section: –0, +0,1 times tolerance on waveguide outside cross-section,
- c) perpendicularity of the sides: not deviating by more than 3×10^{-4} radian.

7.1.4 Flat rectangular waveguides

7.1.4.1 Inside dimensions

The inside width of flat rectangular waveguides shall, except for special types, be equal to the inside width of corresponding sizes of ordinary rectangular waveguides.

The standard ratio between height and width of the inside cross-section is 1:8,33, but for the smaller sizes a fixed height is recommended.

The tolerances both on height and width shall be as given on the relevant specification sheet.

Further 1:4 is recommended as an intermediate between the standard ratios of 1:2 and 1:8,33.

When it is necessary to deviate from a standard dimension, it is recommended that the value be based on the geometrical mean between two consecutive standardized dimensions.

7.1.4.2 Wall thickness

The same rules shall be followed as for ordinary rectangular waveguides.

7.1.4.3 Eccentricity

The same rules shall be followed as for ordinary rectangular waveguides.

7.1.4.4 Outside dimensions

The tolerances both on width and height shall be as given on the relevant specification sheet. If necessary, outside dimension should be specified for waveguides operating at frequencies over 330 GHz.

7.1.4.5 Rectangularity of cross-section

The same rules shall be followed as for ordinary rectangular waveguides.

7.1.5 Circular waveguides

7.1.5.1 Inside dimensions

a) Diameter

The tolerances on diameter shall be as given on the relevant specification sheet.

b) Ellipticity

The ellipticity "E" is defined as $E = (D_{\max} - D_{\min})/D_{\text{nom}}$

where

D_{nom} is the nominal inside diameter;

D_{\max} is the largest measured inside dimension;

D_{\min} is the smallest measured inside dimension.

The ellipticity shall not exceed the requirements given on the relevant specification sheet.

7.1.5.2 Wall thickness

For wall thickness, the same rules shall be applied as for ordinary rectangular waveguides.

7.1.5.3 Eccentricity

For eccentricity, the same rules shall be applied as for ordinary rectangular waveguides.

7.1.5.4 Outside dimensions

The nominal values for outside dimensions and the tolerances thereon shall be as given on the relevant specification sheet.

No outside dimensions have been specified for some of the largest sizes because a variety of manufacturing techniques are used.

7.2 Other mechanical requirements

7.2.1 Bow

Bow is defined as the maximum deviation of the actual axis of the waveguide from a straight line of specified length connecting two points on that axis.

The bow is measured on the external surface of the waveguide. For a length of 10 times the internal width, the external bow shall not exceed 10 times the specified tolerance on the internal width.

For a length of 50 times the internal width, the external bow shall not exceed 40 times the specified tolerance on the internal width.

For the determination of the external bow, the waveguide shall be so positioned that gravity does not tend to affect the amount of bow.

7.2.2 Twist

Twist is defined as the rotation, over a specified length, of the cross-section of the waveguide around the longitudinal axis.

The rate of twist shall not exceed:

- 0,50 per metre for waveguides with an internal width equal or larger than 100 mm;
- 0,50 per length of waveguide equal to ten times the internal width when the latter is less than 100 mm.

Over a length equal to 50 times the internal width of the waveguide, the accumulated twist shall not exceed 2°. The direction of twist should not be systematic in a batch of waveguides.

7.2.3 Surface roughness

Under consideration.

7.2.4 Internal stress

The waveguide tube shall be cut by means of a saw. The cutting process shall be carefully controlled so as to avoid distortion arising from the cutting and the use of a fine high-speed saw is recommended. After cutting, the cross-section of the waveguide tube shall still be within the specified tolerances.

8 Electrical tests

8.1 Attenuation

The attenuation of a suitable length of waveguide tube shall be measured at a frequency of 1,5 times the cut-off frequency for rectangular waveguides and of 1,2 times the cut-off frequency in the TE₁₁ mode for circular waveguides. The accuracy of the measurement shall be ±10 % of the required value in dB.

Unless otherwise specified, the attenuation shall not exceed 1,3 times the value calculated for the ideal surface and the standard resistivity of the material concerned.

Calculations of attenuation shall be based on the following formulae which do not apply for thinly plated surfaces:

Rectangular waveguides (TE₁₀ mode):

$$\alpha = 2,3272 \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma}} \frac{1}{b\sqrt{a}} \frac{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 + \frac{2b}{a}}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \quad \text{dB/m} \quad (1)$$

where

σ is the electrical conductivity of inside non-magnetic wall metal;

σ_0 is the electrical conductivity of international annealed copper standard

= $5,80 \times 10^7$ siemens/metre;

a is the inside width in millimetres;

b is the inside height in millimetres;

f_c is the cut-off frequency for TE₁₀ mode = $149,8/a$ GHz at 1 013,25 hPa, 23 °C and relative humidity = 50 % in air;

f is the frequency at which the attenuation is to be calculated.

Circular waveguides (TE₁₁ mode):

$$\alpha = 5,040 \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma}} \frac{1}{D^{3/2}} \frac{1 + 0,4185 \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \quad \text{dB/m} \quad (2)$$

where

σ is the electrical conductivity of inside non-magnetic wall metal;

σ_0 is the electrical conductivity of international annealed copper standard

= $5,80 \times 10^7$ siemens/metre;

D is the inner diameter in millimetres;

f_c is the cut-off frequency for TE₁₁ mode = $175,646/D$ GHz

at 1 013,25 hPa, 23 °C and relative humidity = 50 % in air;

f is the frequency at which the attenuation is to be calculated.

8.2 Internal reflections from irregularity of internal dimensions

The object of this test is to determine the presence of periodic variations of internal dimensions along the length of the waveguide which would cause unacceptable internal reflections.

Irregularities in the internal dimensions of the waveguide along its length should be measured at the frequencies specified in 8.1.

A non-reflecting termination shall be moved through the waveguide under test. It is essential that the movable termination shall be designed to ensure that it will not smooth out the irregularities.

The incremental reflections due to irregularities may be detected either by a fixed probe with a suppressed zero indicating instrument or by a waveguide bridge method.

The measuring inaccuracy shall not exceed 20 % of the required value for the reflection coefficient.

9 Additional tests – Gas tightness

This IEC 60261 test will only be performed when materials or processes of constructions are used which can be expected not to be sufficiently gastight.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application.....	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	20
4 Désignation de type.....	21
4.1 Type	21
4.2 Désignation.....	21
5 Conditions atmosphériques normales d'essais.....	22
6 Contrôle visuel	22
7 Exigences mécaniques	22
7.1 Dimensions	22
7.1.1 Généralités	22
7.1.2 Guides d'ondes rectangulaires normaux	23
7.1.3 Rectangularité de la section droite.....	24
7.1.4 Guides d'ondes rectangulaires plats	24
7.1.5 Guides d'ondes circulaires	25
7.2 Autres exigences mécaniques	26
7.2.1 Cintrage.....	26
7.2.2 Torsion	26
7.2.3 Rugosité de la surface	26
7.2.4 Contrainte interne	26
8 Essais électriques	26
8.1 Affaiblissement	26
8.2 Réflexions internes dues aux irrégularités des dimensions internes.....	27
9 Essais supplémentaires – Etanchéité au gaz	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDES D'ONDES METALLIQUES CREUX –

Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60153-1 a été établie par le sous-comité 46F: Composants passifs pour hyperfréquences et radio fréquences, du comité d'études 46 de l'IEC: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1964. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) extension de la plage de fréquences de fonctionnement;
- b) révision des équations d'affaiblissement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
46F/302/CDV	46F/316/RVC

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

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

Elle doit être lue conjointement avec la série IEC 60154: Brides pour guide d'ondes.

Une liste de toutes les parties de l'IEC 60153, publiée sous le titre général *Guides d'ondes métalliques creux*, est disponible sur le site internet de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale se rapporte aux tubes métalliques creux droits destinés à être utilisés comme guides d'ondes dans les équipements électroniques. Depuis quelques années, la fréquence de fonctionnement des composants et des systèmes à guide d'onde atteint ou dépasse 1 THz. Cependant, la première édition de la série de normes IEC 60153 ne spécifiait que la dimension de l'ouverture de guides d'ondes rectangulaires normaux pour des fréquences allant jusqu'à 325 GHz. De plus, la première édition de la série de normes IEC 60153, datant des années 1960, ne couvre pas les applications actuelles. Cette nouvelle édition de l'IEC 60153-1 traite ces deux points, en étendant la couverture de fréquence jusqu'à 3 300 GHz, et en prenant en compte les applications actuelles pour ce type de guides d'ondes.

La présente norme tient compte, lorsque cela est nécessaire, de l'IEC 60068.

Lorsqu'il existe une différence entre les exigences générales et la feuille de spécification applicable, cette dernière prévaut.

GUIDES D'ONDES METALLIQUES CREUX –

Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60153 spécifie des tubes métalliques creux droits destinés à être utilisés comme guides d'ondes dans les équipements électroniques.

Elle couvre:

- a) les détails nécessaires pour assurer la compatibilité et, dès lors que c'est essentiel, l'interchangeabilité;
- b) les méthodes d'essai;
- c) les exigences uniformes pour les propriétés électriques et mécaniques.

Il convient de noter qu'aucune recommandation n'est faite en ce qui concerne les matériaux à utiliser pour les guides d'ondes. Le choix des matériaux fait l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur <http://www.electropedia.org/>)

IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

IEC 60154, *Brides pour guides d'ondes*

IEC 60261, *Essai d'étanchéité applicable aux guides d'ondes soumis à la pression et à leurs dispositifs d'assemblage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

essai de type

série complète des essais à effectuer sur un certain nombre de spécimens représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant donné peut être considéré comme étant en mesure de fabriquer des produits répondant à la spécification

3.2

agrément de type

décision de l'autorité compétente (le client lui-même ou son mandataire) par laquelle elle reconnaît qu'un fabricant donné peut être considéré comme étant en mesure de produire en quantité suffisante le type répondant à la spécification

3.3

essais de réception

essais effectués pour décider de l'acceptation d'un lot sur la base d'un accord entre le client et le fabricant

Note 1 à l'article: Cet accord doit couvrir:

- a) le nombre d'échantillons,
- b) le choix des essais,
- c) la mesure dans laquelle les spécimens doivent être conformes aux exigences pour les essais choisis dans la spécification.

Note 2 à l'article: Dans le cas où les résultats d'essais ne concorderaient pas entre eux, les méthodes d'essais normalisées par l'IEC doivent être employées pour les essais de réception.

Ces recommandations ne couvrant que les essais de type, ces définitions ne sont introduites ici qu'à titre de brèves informations relatives aux spécifications d'essais.

3.4

essais en usine

essais effectués par le fabricant pour vérifier que ses produits répondent à la spécification

4 Désignation de type

4.1 Type

Le type de produits englobe des caractéristiques de conception analogues, fabriquées suivant les mêmes techniques et faisant partie de la plage de caractéristiques habituelle du fabricant pour ces produits.

NOTE 1 Il n'est pas tenu compte des accessoires de montage, pour autant qu'ils n'aient pas d'influence sensible sur les résultats des essais.

NOTE 2 Par caractéristiques assignées, on entend:

- a) les caractéristiques assignées électriques;
- b) les dimensions,
- c) le groupe environnemental.

NOTE 3 Les limites de la plage de caractéristiques assignées doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

4.2 Désignation

L'indication de référence pour les guides d'ondes couverts par cette spécification doit contenir:

- a) le numéro de la Publication de l'IEC (60153);
- b) les lettres "IEC";
- c) un tiret;
- d) une lettre indiquant la forme de la section droite intérieure du guide d'ondes:
 - R = rectangulaire normal (de rapport hauteur sur largeur approximativement égal à 1:2)
 - F = rectangulaire plat
 - C = circulaire.

Pour d'autres types de guides d'ondes, cette lettre indicative doit être en conformité avec les feuilles de spécifications applicables;

- e) un nombre caractérisant une taille particulière de guide d'ondes. Ce nombre se rapporte à une caractéristique de fréquence du guide d'ondes;
- f) si nécessaire, une indication supplémentaire conforme à celle indiquée par les feuilles de spécifications applicables. La lettre "P" doit être utilisée pour indiquer des types à tolérances serrées.

Exemple:

"60153 IEC-R 100" représente un guide d'ondes rectangulaire normal de 22,860 mm × 10,160 mm (0,900 in × 0,400 in) dont la fréquence centrale dans le mode dominant est approximativement 10 GHz.

5 Conditions atmosphériques normales d'essais

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normalisées d'essais, telles qu'elles sont spécifiées dans l'IEC 60068.

Avant que les mesures ne soient effectuées, le guide d'ondes doit être stocké à la température de mesure pendant un temps suffisamment long pour lui permettre d'atteindre cette température.

Lorsque des mesures sont faites à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés et ramenés à la température spécifiée. La température ambiante à laquelle les mesures sont faites doit être consignée dans le rapport d'essai.

Ces recommandations ne couvrant que les essais de type, ces définitions ne sont introduites ici qu'à titre de brèves informations relatives aux spécifications d'essais.

6 Contrôle visuel

La composition et l'épaisseur des parois des guides d'ondes doivent être uniformes, et doivent être droits et lisses de bout en bout. Il ne doit pas y avoir de bavures, de fissures, de marques d'outils, de broutages, de saletés, de graisses ou d'autres irrégularités de surface.

Les surfaces intérieures et extérieures doivent avoir une apparence propre et nette, conformément aux règles de l'art.

7 Exigences mécaniques

7.1 Dimensions

7.1.1 Généralités

Les dimensions des guides d'ondes et les tolérances sur celles-ci doivent être en conformité avec les valeurs données dans les feuilles de spécifications applicables. Dimensions et tolérances doivent être données en millimètres (mm) et en pouces (in), en indiquant le système d'unités dans lequel les dimensions originales ont été déterminées.

Indépendamment du système d'unités, les dimensions nominales des sections droites intérieures et extérieures doivent être données de telle sorte que leur valeur devrait être exprimée par 4 chiffres significatifs, si le premier chiffre est compris entre 3 et 9, et par 5 chiffres significatifs, si ce premier chiffre est 1 ou 2. En principe, les dimensions nominales intérieures doivent être arrondies au plus près à 0,001 mm ou à 0,0001 in, et il convient que les dimensions extérieures soient arrondies au plus près à 0,01 mm ou à 0,001 in.

NOTE Quand ces règles sont appliquées, une jonction de deux guides d'ondes hypothétiques ayant une valeur nominale dans chacun des systèmes produirait une réflexion calculée inférieure à –70 dB pour des guides d'ondes rectangulaires normaux, sauf pour les types plus petits.

Sauf spécification contraire, les dimensions suivantes doivent être données dans les feuilles de spécifications applicables:

- a) dimensions nominales de la section droite intérieure,
- b) tolérances sur les dimensions intérieures,
- c) rayon maximal des coins intérieurs pour les guides d'ondes rectangulaires,
- d) épaisseur nominale des parois,
- e) excentricité maximale,
- f) dimensions nominales de la section droite extérieure,
- g) tolérances sur les dimensions extérieures,
- h) rayon maximal et rayon minimal des coins extérieurs pour les guides d'ondes rectangulaires,
- i) ovalisation pour les guides d'ondes circulaires.

7.1.2 Guides d'ondes rectangulaires normaux

7.1.2.1 Dimensions intérieures

Le rapport normalisé entre la hauteur et la largeur de la section droite intérieure est 1:2. (Pour certaines tailles de guides d'ondes, le rapport entre la hauteur et la largeur diffère un peu du rapport ci-dessus. Ces dimensions ont été choisies parce qu'elles sont celles de modèles ayant déjà fait l'objet d'une utilisation considérable). Si des tolérances plus serrées sont nécessaires, un rapport de $\pm 1/1\ 000$ est recommandé.

Les tolérances tant pour la hauteur que pour la largeur sont données dans la feuille de spécification applicable. Les rayons des coins intérieurs doivent tels qu'ils sont indiqués dans la feuille de spécification applicable.

7.1.2.2 Epaisseur des parois

L'épaisseur nominale des parois est définie comme la demi-différence entre les dimensions nominales extérieures et intérieures, exprimées dans leur système d'unités original. Sa valeur doit être donnée dans les feuilles de spécifications applicables à titre d'information.

Les valeurs converties en millimètres (mm) à partir des valeurs en pouces (in) doivent être arrondies au plus près à 0,005 mm.

Les valeurs converties en pouces (in) à partir des valeurs en millimètres (mm) doivent être arrondies au plus près à 0,001 in.

7.1.2.3 Dimensions extérieures

Les valeurs nominales de la hauteur et de la largeur doivent être indiquées dans la feuille de spécification applicable.

Aucune dimension extérieure n'a été spécifiée pour certaines des tailles les plus grandes en raison des diverses techniques de fabrication utilisées.

Le rayon des coins extérieurs (r_2) doit être compris dans les limites suivantes:

$$r_2 \text{ min} = 0,5 d$$

$$r_2 \text{ max} = r_2 \text{ min} + 0,5 \text{ mm (0,02 in)}$$

où d est l'épaisseur nominale des parois.

7.1.3 Rectangularité de la section droite

7.1.3.1 Généralités

Les exigences dimensionnelles dans la série IEC 60153 ne permettent pas de contrôler la rectangularité de la section droite.

L'écart permis pour la rectangularité est défini par les exigences selon lesquelles la forme de la section droite intérieure (extérieure) doit être telle que la section droite intérieure (extérieure) réelle puisse s'inscrire dans l'aire comprise entre le rectangle intérieur (extérieur) minimal et le rectangle intérieur (extérieur) maximal spécifiés. Une méthode appropriée de vérification de la rectangularité est donnée ci-dessous à titre d'exemple.

Il convient d'utiliser un pied à coulisse, une machine de mesure tridimensionnelle (3DCMM: *3D Coordinate Measuring Machine*) ou un appareil de mesure de dimensions analogue pour mesurer les dimensions des sections droites.

7.1.3.2 Pour la section droite intérieure

En tirant le bloc à travers le guide d'ondes, les précautions nécessaires doivent être prises pour le maintenir précisément perpendiculaire à l'axe du guide d'ondes.

Pour les dimensions des blocs, les règles suivantes s'appliquent:

- a) dimensions nominales de la section: l'ouverture nominale du guide d'ondes moins 1,1 fois la tolérance,
- b) tolérances sur les dimensions nominales de la section: +0, -0,1 fois la tolérance sur l'ouverture du guide d'ondes,
- c) perpendicularité des côtés: ne s'écartant pas de plus de 3×10^{-4} radians,
- d) longueur: 0,2 fois la largeur intérieure du guide d'ondes.

7.1.3.3 Pour la section extérieure

Pour les dimensions de l'ouverture, les règles suivantes s'appliquent:

- a) dimensions nominales de la section: section extérieure nominale du guide d'ondes plus 1,1 fois la tolérance,
- b) tolérances sur les dimensions nominales de la section: -0, +0,1 fois la tolérance sur la section extérieure du guide d'ondes,
- c) perpendicularité des côtés: ne s'écartant pas de plus de 3×10^{-4} radians.

7.1.4 Guides d'ondes rectangulaires plats

7.1.4.1 Dimensions intérieures

La largeur intérieure des guides d'ondes rectangulaires plats doit, sauf pour les types spéciaux, être égale à la largeur intérieure des tailles correspondantes des guides rectangulaires normaux.

Le rapport normalisé entre la hauteur et la largeur de la section intérieure est 1:8,33, mais pour les tailles plus petites, une hauteur fixe est recommandée.

Les tolérances tant pour la hauteur que pour la largeur doivent être celles données dans la feuille de spécification applicable.

D'autre part, le rapport 1:4 est recommandé comme intermédiaire entre les rapports normalisés 1:2 et 1:8,33.

Lorsqu'il est nécessaire de s'écarter d'une dimension normalisée, il est recommandé que la valeur adoptée soit basée sur la moyenne géométrique entre les deux dimensions normalisées consécutives.

7.1.4.2 Epaisseur des parois

Les mêmes règles que pour les guides d'ondes rectangulaires normaux doivent être suivies.

7.1.4.3 Excentricité

Les mêmes règles que pour les guides d'ondes rectangulaires normaux doivent être suivies.

7.1.4.4 Dimensions extérieures

Les tolérances tant pour la largeur que pour la hauteur doivent être celles données dans la feuille de spécification applicable. Si nécessaire, il convient de spécifier des dimensions extérieures sur 330 GHz.

7.1.4.5 Rectangularité de la section

Les mêmes règles que pour les guides d'ondes rectangulaires normaux doivent être suivies.

7.1.5 Guides d'ondes circulaires

7.1.5.1 Dimensions intérieures

a) Diamètre

Les tolérances sur le diamètre doivent telles qu'elles sont indiquées dans la feuille de spécification applicable.

b) Ovalisation

L'ovalisation " E " est définie par la relation $E = (D_{\max} - D_{\min})/D_{\text{nom}}$

où

D_{nom} est le diamètre intérieur nominal;

D_{\max} est la plus grande dimension intérieure mesurée;

D_{\min} est la plus petite dimension intérieure mesurée.

L'ovalisation ne doit pas dépasser les exigences données dans la feuille de spécification applicable.

7.1.5.2 Epaisseur des parois

Pour l'épaisseur des parois, les mêmes règles que pour les guides d'ondes rectangulaires normaux doivent s'appliquer.

7.1.5.3 Excentricité

Pour l'excentricité, les mêmes règles que pour les guides d'ondes rectangulaires normaux doivent s'appliquer.

7.1.5.4 Dimensions extérieures

Les valeurs nominales pour les dimensions extérieures et les tolérances sur celles-ci doivent être celles indiquées dans la feuille de spécification applicable.

Aucune dimension extérieure n'a été spécifiée pour certaines des tailles les plus grandes en raison des diverses techniques de fabrication utilisées.

7.2 Autres exigences mécaniques

7.2.1 Cintrage

Le cintrage est défini par l'écart maximal de l'axe réel du guide d'ondes par rapport à une ligne droite de longueur spécifiée joignant deux points de cet axe.

Le cintrage est mesuré sur la surface extérieure du guide d'ondes. Pour une longueur égale à 10 fois la largeur intérieure, le cintrage extérieur ne doit pas être supérieur à 10 fois la tolérance spécifiée pour la largeur intérieure.

Pour une longueur égale à 50 fois la largeur intérieure, le cintrage extérieur ne doit pas être supérieur à 40 fois la tolérance spécifiée pour la largeur intérieure.

Pour la détermination du cintrage extérieur, le guide d'ondes doit être positionné de telle sorte que la pesanteur n'affecte pas le cintrage naturel.

7.2.2 Torsion

La torsion est définie par la rotation, sur une longueur spécifiée, d'une section du guide d'ondes autour de l'axe longitudinal.

Le taux de torsion ne doit pas dépasser:

- 0,50 par mètre pour les guides d'ondes de largeur intérieure égale ou supérieure à 100 mm;
- 0,50 par longueur de guide d'ondes égale à dix fois la largeur intérieure lorsque celle-ci est inférieure à 100 mm.

Pour une longueur égale à 50 fois la largeur intérieure du guide d'ondes, la torsion accumulée ne doit pas dépasser 2°. Il convient que le sens de la torsion ne soit pas systématique dans un lot de guides d'ondes.

7.2.3 Rugosité de la surface

A l'étude.

7.2.4 Contrainte interne

Les tubes de guides d'ondes doivent être coupés au moyen d'une scie. Le processus de coupe doit être soigneusement contrôlé pour éviter les distorsions provenant de la coupe et il est recommandé d'utiliser une scie mince travaillant à grande vitesse. Après la coupe, la section du tube de guide d'ondes doit toujours satisfaire aux tolérances spécifiées.

8 Essais électriques

8.1 Affaiblissement

L'affaiblissement d'une longueur appropriée d'un tube de guides d'ondes doit être mesuré à une fréquence égale à 1,5 fois la fréquence de coupure pour les guides d'ondes rectangulaires et 1,2 fois la fréquence de coupure dans le mode TE_{11} pour les guides d'ondes circulaires. La précision de cette mesure ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ de la valeur exigée en dB.

Sauf spécification contraire, l'affaiblissement ne doit pas dépasser 1,3 fois la valeur calculée pour la surface idéale et la résistivité normalisée du matériau constituant.

Les calculs de l'affaiblissement doivent être basés sur les formules suivantes qui ne s'appliquent pas aux surfaces présentant un placage mince:

Guides d'ondes rectangulaires (mode TE₁₀):

$$\alpha = 2,3272 \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma}} \frac{1}{b\sqrt{a}} \frac{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 + \frac{2b}{a}}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \quad \text{dB/m} \quad (1)$$

où

σ est la conductivité électrique du métal non magnétique de la paroi intérieure;

σ_0 est la conductivité électrique selon la norme du cuivre recuit international
= $5,80 \times 10^7$ Siemens/mètre;

a est la largeur intérieure en millimètres;

b est la hauteur intérieure en millimètres;

f_c est la fréquence de coupure pour le mode TE₁₀ = $149,8/a$ GHz à 1 013,25 hPa, à 23 °C et à une humidité relative de 50 % dans l'air;

f est la fréquence à laquelle l'affaiblissement doit être calculé.

Guides d'ondes circulaires (mode TE₁₁):

$$\alpha = 5,040 \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma}} \frac{1}{D^{3/2}} \frac{1 + 0,4185 \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \quad \text{dB/m} \quad (2)$$

où

σ est la conductivité électrique du métal non magnétique de la paroi intérieure;

σ_0 est la conductivité électrique selon la norme du cuivre recuit international
= $5,80 \times 10^7$ siemens/mètre;

D est le diamètre intérieur en millimètres;

f_c est la fréquence de coupure pour le mode TE₁₁ = $175,646/D$ GHz à 1 013,25 hPa, à 23 °C et à une humidité relative de 50 % dans l'air;

f est la fréquence à laquelle l'affaiblissement doit être calculé.

8.2 Réflexions internes dues aux irrégularités des dimensions internes

Le but de cet essai est de déterminer la présence de variations périodiques des dimensions internes le long du guide d'ondes qui pourraient être la cause de réflexions internes inacceptables.

Il convient de mesurer les irrégularités des dimensions internes du guide d'ondes le long de ce dernier aux fréquences spécifiées en 8.1.

Une terminaison sans réflexion doit être déplacée à travers le guide d'ondes en essai. Il est essentiel que la terminaison mobile soit conçue pour garantir que les irrégularités ne seront pas atténuées.

Les accroissements de réflexion dus aux irrégularités peuvent être détectés soit par une sonde fixe avec un appareil indicateur dans lequel le zéro est supprimé, soit par une méthode utilisant des guides d'ondes montés en pont.

L'inexactitude de mesure ne doit pas dépasser 20 % de la valeur exigée pour le coefficient de réflexion.

9 Essais supplémentaires – Etanchéité au gaz

Cet essai de l'IEC 60261 sera seulement effectué lorsque les matériaux ou les procédés de fabrication utilisés sont susceptibles de ne pas avoir une étanchéité suffisante aux gaz.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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