

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Hollow metallic waveguides –  
Part 4: Relevant specifications for circular waveguides**

**Guides d'ondes métalliques creux –  
Partie 4: Spécifications applicables aux guides d'ondes circulaires**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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 corrigendum or an amendment might have been published.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Hollow metallic waveguides –  
Part 4: Relevant specifications for circular waveguides**

**Guides d'ondes métalliques creux –  
Partie 4: Spécifications applicables aux guides d'ondes circulaires**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.120.10

ISBN 978-2-8322-0832-8

**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  |
| 1 Scope.....                                                          | 5  |
| 2 Normative references .....                                          | 5  |
| 3 Terms and definitions .....                                         | 5  |
| 4 General .....                                                       | 6  |
| 4.1 Standardized types .....                                          | 6  |
| 4.2 Type designation .....                                            | 6  |
| 4.3 Frequency range.....                                              | 6  |
| 5 Mechanical requirements.....                                        | 7  |
| 5.1 General.....                                                      | 7  |
| 5.2 Dimensions .....                                                  | 10 |
| 5.2.1 Inner dimensions .....                                          | 10 |
| 5.2.2 Wall thickness .....                                            | 10 |
| 5.2.3 Eccentricity.....                                               | 11 |
| 5.2.4 Outer dimensions .....                                          | 11 |
| 5.3 Other mechanical requirements .....                               | 11 |
| 5.3.1 Bow.....                                                        | 11 |
| 5.3.2 Surface roughness.....                                          | 11 |
| 5.3.3 Internal stresses .....                                         | 11 |
| 6 Electrical tests – Attenuation coefficient .....                    | 12 |
| 7 Additional tests – Pressure sealing .....                           | 13 |
| Bibliography.....                                                     | 14 |
| Table 1 – Circular waveguides (preferred sizes) .....                 | 8  |
| Table 2 – Circular waveguides (intermediate and preferred sizes)..... | 9  |
| Table 3 – Inner diameter tolerances .....                             | 10 |
| Table 4 – Outer diameter tolerances .....                             | 11 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## HOLLOW METALLIC WAVEGUIDES –

## Part 4: Relevant specifications for circular waveguides

## 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.

IEC 60153-4 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. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2017. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) change of the designation scheme for small circular waveguides (e.g. C 25.5k instead of C 25500);
- b) revision of Table 1:
  - correction of two waveguide designations (now C 1.2k, C 12k);
  - correction of three waveguide diameters (C 140, C 1.4k, C 14k);
  - tightening of inner diameter tolerances for waveguides smaller than C 890;
  - deletion of waveguide attenuation values for aluminium, gold, and brass;

- c) deletion of Table 2 (duplication) and replacement with the table of intermediate waveguide sizes originally envisaged here;
- d) addition of an equation for calculating the attenuation of waveguides made of any material.

The text of this International Standard is based on the following documents:

| Draft        | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 46F/616/FDIS | 46F/621/RVD      |

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

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.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 60153-1.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

## HOLLOW METALLIC WAVEGUIDES –

### Part 4: Relevant specifications for circular waveguides

#### 1 Scope

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

The aim of this document is to specify the hollow metallic waveguides:

- 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.

No recommendations are made for the materials to be used for waveguides. The choice of materials is to be agreed on between the customer and the manufacturer.

This document is intended to be read in conjunction with IEC 60153-1, which gives general requirements and test methods.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60028:1925, *International standard of resistance for copper*

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

IEC 60153-1, *Hollow metallic waveguides – Part 1: General requirements and measuring methods*

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 apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

## 4 General

### 4.1 Standardized types

The series of circular waveguides covered in this document are shown in Table 1 and Table 2. Table 1 lists the waveguides with preferred sizes. Since the operating frequency ranges of circular waveguides are very small, it is desirable to have densely spaced waveguide sizes available. For this reason, intermediate sizes have been defined<sup>1</sup>. In Table 2, these are compiled together with the preferred sizes.

### 4.2 Type designation

For circular waveguides the type designation comprises the code

60153\_IEC-C\_size

where

\_ is the space character, and

size is a number characterizing a particular size of waveguide. This number expresses approximately in multiples of hundred megahertz (100 MHz) the centre frequency of the recommended operating frequency range. Numbers of one thousand and above are – to keep the designation short – divided by one thousand and followed by a lower-case "k" for kilo (e.g. 25.5k for 25 500 and 29k for 29 000)<sup>2</sup>. A possibly necessary decimal sign is written as a dot.

### 4.3 Frequency range

Depending on the application of the circular waveguide, a suitable electromagnetic waveguide mode shall be selected. The propagation of this mode is only possible at frequencies above a certain cut-off frequency. Table 1 shows the cut-off frequencies for the technically most important modes<sup>3</sup>: TE<sub>11</sub> (1st and dominant mode), TM<sub>01</sub> (2nd mode), TE<sub>21</sub> (3rd mode), TE<sub>01</sub> (4th mode) and TE<sub>02</sub> (14th mode).

The recommended operating frequency range on which this document is based is defined as a pure dominant mode range between 1,15 times the TE<sub>11</sub> cut-off frequency and 0,96 times the TM<sub>01</sub> cut-off frequency<sup>4</sup>. The centre frequency  $f_{\text{centre}}$  of the recommended operating frequency range – from which the waveguide type designation is derived – is then calculated as the geometric mean of this range<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> The designations and inner diameters for the intermediate waveguides from C 3.3 to C 890 have been taken directly from IEC 60153-4:1973. The designations and inner diameters of the smaller intermediate waveguides have been newly derived from the larger intermediate waveguides by scaling.

<sup>2</sup> This designation scheme is analogous to that specified in IEC 60153-2:2016 for the ordinary rectangular waveguides.

<sup>3</sup> The cut-off frequency  $f_c$  for a particular mode of a circular waveguide is calculated by  $f_c = x \cdot c_0 / (\pi \cdot D)$ , where  $x$  can be approximated by 1,8412; 2,4048; 3,0542; 3,8317; 7,0156 for the mode TE<sub>11</sub>; TM<sub>01</sub>; TE<sub>21</sub>; TE<sub>01</sub>; TE<sub>02</sub>, respectively. Furthermore,  $c_0$  is the velocity of light in free-space ( $\approx 2,997\,925 \cdot 10^8$  m/s),  $\pi$  is Archimedes' constant ( $\approx 3,14159$ ) and  $D$  is the inner waveguide diameter expressed in metres (m).

<sup>4</sup> There are other common recommendations for the operating frequency range of a circular waveguide. For example, the TIA/EIA-200-A standard recommends the range between 1,15 times the TE<sub>11</sub> cut-off frequency and 0,95 times the TE<sub>21</sub> cut-off frequency, which is not a pure dominant mode range.

<sup>5</sup> Due to  $(1,15 \cdot 0,96 \cdot 2,4048 / 1,8412)^{0,5} \approx 1,2$ , the centre frequency  $f_{\text{centre}}$  corresponds to 1,2 times the TE<sub>11</sub> cut-off frequency.

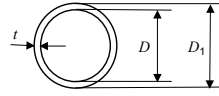
## 5 Mechanical requirements

### 5.1 General

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022

**Table 1 – Circular waveguides (preferred sizes)**



| Type designation  | Cut-off frequency in GHz for the mode |                  |                  |                  |                  | Inner diameter $D$ in mm |                 | Wall thckn. $t$ in mm | Outer diameter $D_1$ in mm |                 |  | attenuation coefficient in dB/m for TE <sub>11</sub> in an ideal copper waveguide |                   |               |
|-------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|
|                   | TE <sub>11</sub>                      | TM <sub>01</sub> | TE <sub>21</sub> | TE <sub>01</sub> | TE <sub>02</sub> | Nominal value            | Tolerance $\pm$ | Nominal value         | Nominal value              | Tolerance $\pm$ |  | $f_{\text{centre}}$ in GHz                                                        | Theoretical value | Maximum value |
| <b>60153 IEC–</b> |                                       |                  |                  |                  |                  |                          |                 |                       |                            |                 |  |                                                                                   |                   |               |
| <b>C 3.3</b>      | 0,271                                 | 0,354            | 0,450            | 0,564            | 1,03             | <b>647,90</b>            | 0,65            | not specified         |                            |                 |  | 0,325                                                                             | 0,00067           | 0,00088       |
| <b>C 4</b>        | 0,317                                 | 0,415            | 0,527            | 0,661            | 1,21             | <b>553,49</b>            | 0,55            |                       |                            |                 |  | 0,381                                                                             | 0,00085           | 0,0011        |
| <b>C 4.5</b>      | 0,372                                 | 0,485            | 0,616            | 0,773            | 1,42             | <b>472,85</b>            | 0,47            |                       |                            |                 |  | 0,446                                                                             | 0,0011            | 0,0014        |
| <b>C 5.3</b>      | 0,435                                 | 0,568            | 0,722            | 0,905            | 1,66             | <b>403,94</b>            | 0,40            |                       |                            |                 |  | 0,522                                                                             | 0,0014            | 0,0018        |
| <b>C 6.2</b>      | 0,509                                 | 0,665            | 0,845            | 1,06             | 1,94             | <b>345,06</b>            | 0,35            |                       |                            |                 |  | 0,611                                                                             | 0,0017            | 0,0023        |
| <b>C 7</b>        | 0,596                                 | 0,778            | 0,989            | 1,24             | 2,27             | <b>294,79</b>            | 0,29            |                       |                            |                 |  | 0,715                                                                             | 0,0022            | 0,0029        |
| <b>C 8</b>        | 0,698                                 | 0,911            | 1,16             | 1,45             | 2,66             | <b>251,84</b>            | 0,25            |                       |                            |                 |  | 0,837                                                                             | 0,0028            | 0,0036        |
| <b>C 10</b>       | 0,817                                 | 1,07             | 1,35             | 1,70             | 3,11             | <b>215,14</b>            | 0,22            |                       |                            |                 |  | 0,980                                                                             | 0,0035            | 0,0046        |
| <b>C 12</b>       | 0,956                                 | 1,25             | 1,59             | 1,99             | 3,64             | <b>183,77</b>            | 0,18            |                       |                            |                 |  | 1,147                                                                             | 0,0045            | 0,0058        |
| <b>C 14</b>       | 1,12                                  | 1,46             | 1,86             | 2,33             | 4,26             | <b>157,00</b>            | 0,16            |                       |                            |                 |  | 1,343                                                                             | 0,0057            | 0,0073        |
| <b>C 16</b>       | 1,31                                  | 1,71             | 2,17             | 2,73             | 4,99             | <b>134,11</b>            | 0,13            |                       |                            |                 |  | 1,572                                                                             | 0,0072            | 0,0093        |
| <b>C 18</b>       | 1,53                                  | 2,00             | 2,54             | 3,19             | 5,84             | <b>114,58</b>            | 0,11            | 3,300                 | 121,180                    | 0,130           |  | 1,840                                                                             | 0,0091            | 0,0118        |
| <b>C 22</b>       | 1,80                                  | 2,34             | 2,98             | 3,74             | 6,84             | <b>97,866</b>            | 0,098           | 3,300                 | 104,466                    | 0,110           |  | 2,154                                                                             | 0,0115            | 0,0149        |
| <b>C 25</b>       | 2,10                                  | 2,74             | 3,49             | 4,37             | 8,01             | <b>83,617</b>            | 0,084           | 3,300                 | 90,217                     | 0,110           |  | 2,521                                                                             | 0,0145            | 0,0189        |
| <b>C 30</b>       | 2,46                                  | 3,21             | 4,08             | 5,12             | 9,37             | <b>71,425</b>            | 0,071           | 3,300                 | 78,025                     | 0,095           |  | 2,952                                                                             | 0,0184            | 0,0239        |
| <b>C 35</b>       | 2,88                                  | 3,76             | 4,78             | 5,99             | 11,0             | <b>61,036</b>            | 0,061           | 3,300                 | 67,636                     | 0,095           |  | 3,454                                                                             | 0,0233            | 0,0303        |
| <b>C 40</b>       | 3,38                                  | 4,41             | 5,61             | 7,03             | 12,9             | <b>51,994</b>            | 0,052           | 2,540                 | 57,074                     | 0,095           |  | 4,055                                                                             | 0,0296            | 0,0385        |
| <b>C 48</b>       | 3,95                                  | 5,16             | 6,56             | 8,23             | 15,1             | <b>44,450</b>            | 0,044           | 2,540                 | 49,530                     | 0,080           |  | 4,743                                                                             | 0,0375            | 0,0488        |
| <b>C 56</b>       | 4,61                                  | 6,02             | 7,65             | 9,60             | 17,6             | <b>38,100</b>            | 0,038           | 2,030                 | 42,160                     | 0,080           |  | 5,534                                                                             | 0,0473            | 0,0614        |
| <b>C 65</b>       | 5,40                                  | 7,05             | 8,96             | 11,2             | 20,6             | <b>32,537</b>            | 0,033           | 2,030                 | 36,597                     | 0,080           |  | 6,480                                                                             | 0,0599            | 0,0779        |
| <b>C 76</b>       | 6,32                                  | 8,26             | 10,5             | 13,2             | 24,1             | <b>27,788</b>            | 0,028           | 1,650                 | 31,088                     | 0,080           |  | 7,587                                                                             | 0,0759            | 0,0987        |
| <b>C 89</b>       | 7,37                                  | 9,63             | 12,2             | 15,3             | 28,1             | <b>23,825</b>            | 0,024           | 1,650                 | 27,125                     | 0,065           |  | 8,850                                                                             | 0,0956            | 0,124         |
| <b>C 104</b>      | 8,68                                  | 11,3             | 14,4             | 18,1             | 33,1             | <b>20,244</b>            | 0,020           | 1,270                 | 22,784                     | 0,065           |  | 10,41                                                                             | 0,122             | 0,159         |
| <b>C 120</b>      | 10,1                                  | 13,1             | 16,7             | 20,9             | 38,3             | <b>17,475</b>            | 0,017           | 1,270                 | 20,015                     | 0,065           |  | 12,07                                                                             | 0,152             |               |
| <b>C 140</b>      | 11,6                                  | 15,2             | 19,3             | 24,2             | 44,4             | <b>15,088</b>            | 0,015           | 1,015                 | 17,118                     | 0,055           |  | 13,97                                                                             | 0,190             |               |
| <b>C 165</b>      | 13,8                                  | 18,1             | 22,9             | 28,8             | 52,7             | <b>12,700</b>            | 0,013           | 1,015                 | 14,730                     | 0,055           |  | 16,60                                                                             | 0,246             |               |
| <b>C 190</b>      | 15,8                                  | 20,6             | 26,2             | 32,9             | 60,2             | <b>11,125</b>            | 0,010           | 1,015                 | 13,155                     | 0,050           |  | 18,95                                                                             | 0,300             |               |
| <b>C 220</b>      | 18,4                                  | 24,1             | 30,6             | 38,4             | 70,3             | <b>9,5250</b>            | 0,010           | 0,760                 | 11,045                     | 0,050           |  | 22,14                                                                             | 0,378             |               |
| <b>C 255</b>      | 21,1                                  | 27,5             | 35,0             | 43,9             | 80,4             | <b>8,3312</b>            | 0,0076          | 0,760                 | 9,851                      | 0,050           |  | 25,31                                                                             | 0,462             |               |
| <b>C 290</b>      | 24,6                                  | 32,2             | 40,8             | 51,2             | 93,8             | <b>7,1374</b>            | 0,0076          | 0,760                 | 8,657                      | 0,050           |  | 29,54                                                                             | 0,583             |               |
| <b>C 330</b>      | 27,7                                  | 36,1             | 45,9             | 57,6             | 105              | <b>6,3500</b>            | 0,0076          | 0,510                 | 7,370                      | 0,050           |  | 33,20                                                                             | 0,695             |               |
| <b>C 380</b>      | 31,6                                  | 41,3             | 52,4             | 65,7             | 120              | <b>5,5626</b>            | 0,0076          | 0,510                 | 6,583                      | 0,050           |  | 37,90                                                                             | 0,847             |               |
| <b>C 430</b>      | 36,8                                  | 48,1             | 61,0             | 76,6             | 140              | <b>4,7752</b>            | 0,0076          | 0,510                 | 5,795                      | 0,050           |  | 44,15                                                                             | 1,07              |               |
| <b>C 495</b>      | 40,2                                  | 52,5             | 66,7             | 83,7             | 153              | <b>4,3688</b>            | 0,0076          | 0,510                 | 5,389                      | 0,050           |  | 48,26                                                                             | 1,22              |               |
| <b>C 580</b>      | 49,1                                  | 64,1             | 81,4             | 102              | 187              | <b>3,5814</b>            | 0,0076          | 0,510                 | 4,601                      | 0,050           |  | 58,87                                                                             | 1,64              |               |
| <b>C 660</b>      | 55,3                                  | 72,3             | 91,8             | 115              | 211              | <b>3,1750</b>            | 0,0076          | 0,380                 | 3,935                      | 0,050           |  | 66,41                                                                             | 1,96              |               |
| <b>C 765</b>      | 63,5                                  | 82,9             | 105              | 132              | 242              | <b>2,7686</b>            | 0,0076          | 0,380                 | 3,529                      | 0,050           |  | 76,15                                                                             | 2,41              |               |
| <b>C 890</b>      | 73,6                                  | 96,1             | 122              | 153              | 280              | <b>2,3876</b>            | 0,0076          | 0,380                 | 3,148                      | 0,050           |  | 88,31                                                                             | 3,01              |               |
| <b>C 1.04k</b>    | 86,8                                  | 113              | 144              | 181              | 331              | <b>2,0244</b>            | 0,0050          | not specified         |                            |                 |  | 104,1                                                                             | 3,86              |               |
| <b>C 1.2k</b>     | 101                                   | 131              | 167              | 209              | 383              | <b>1,7475</b>            | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 120,7                                                                             | 4,81              |               |
| <b>C 1.4k</b>     | 116                                   | 152              | 193              | 242              | 444              | <b>1,5088</b>            | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 139,7                                                                             | 6,00              |               |
| <b>C 1.65k</b>    | 138                                   | 181              | 229              | 288              | 527              | <b>1,2700</b>            | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 166,0                                                                             | 7,77              |               |
| <b>C 1.9k</b>     | 158                                   | 206              | 262              | 329              | 602              | <b>1,1125</b>            | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 189,5                                                                             | 9,47              |               |
| <b>C 2.2k</b>     | 184                                   | 241              | 306              | 384              | 703              | <b>0,9525</b>            | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 221,4                                                                             | 12,0              |               |
| <b>C 2.55k</b>    | 211                                   | 275              | 350              | 439              | 804              | <b>0,8331</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 253,1                                                                             | 14,6              |               |
| <b>C 2.9k</b>     | 246                                   | 322              | 408              | 512              | 938              | <b>0,7137</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 295,4                                                                             | 18,4              |               |
| <b>C 3.3k</b>     | 277                                   | 361              | 459              | 576              | 1050             | <b>0,6350</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 332,0                                                                             | 22,0              |               |
| <b>C 3.8k</b>     | 316                                   | 413              | 524              | 657              | 1200             | <b>0,5563</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 379,0                                                                             | 26,8              |               |
| <b>C 4.3k</b>     | 368                                   | 481              | 610              | 766              | 1400             | <b>0,4775</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 441,5                                                                             | 33,7              |               |
| <b>C 4.95k</b>    | 402                                   | 525              | 667              | 837              | 1530             | <b>0,4369</b>            | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 482,6                                                                             | 38,5              |               |
| <b>C 5.8k</b>     | 491                                   | 641              | 814              | 1020             | 1870             | <b>0,3581</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 588,8                                                                             | 51,9              |               |
| <b>C 6.6k</b>     | 553                                   | 723              | 918              | 1150             | 2110             | <b>0,3175</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 664,1                                                                             | 62,1              |               |
| <b>C 7.65k</b>    | 635                                   | 829              | 1050             | 1320             | 2420             | <b>0,2769</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 761,4                                                                             | 76,3              |               |
| <b>C 8.9k</b>     | 736                                   | 961              | 1220             | 1530             | 2800             | <b>0,2388</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 882,9                                                                             | 95,3              |               |
| <b>C 10.4k</b>    | 868                                   | 1130             | 1440             | 1810             | 3310             | <b>0,2024</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 1042                                                                              | 122               |               |
| <b>C 12k</b>      | 1010                                  | 1310             | 1670             | 2090             | 3830             | <b>0,1748</b>            | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 1206                                                                              | 152               |               |
| <b>C 14k</b>      | 1160                                  | 1520             | 1930             | 2420             | 4440             | <b>0,1509</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1397                                                                              | 190               |               |
| <b>C 16.5k</b>    | 1380                                  | 1810             | 2290             | 2880             | 5270             | <b>0,1270</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1660                                                                              | 246               |               |
| <b>C 19k</b>      | 1580                                  | 2060             | 2620             | 3290             | 6020             | <b>0,1113</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1894                                                                              | 299               |               |
| <b>C 22k</b>      | 1840                                  | 2410             | 3060             | 3840             | 7020             | <b>0,0953</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2212                                                                              | 378               |               |
| <b>C 25.5k</b>    | 2110                                  | 2750             | 3500             | 4390             | 8040             | <b>0,0833</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2531                                                                              | 462               |               |
| <b>C 29k</b>      | 2460                                  | 3210             | 4080             | 5120             | 9380             | <b>0,0714</b>            | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2953                                                                              | 583               |               |

for subsequent study

**Table 2 – Circular waveguides (intermediate and preferred sizes)**

| Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 |
| <b>C 3.3</b>     | <b>647,90</b>                 | <b>C 40</b>      | <b>51,994</b>                 | <b>C 430</b>     | <b>4,7752</b>                 | <b>C 4.3k</b>    | <b>0,4775</b>                 |
| C 3.43           | 623,00                        | C 42.7           | 50,000                        | C 457            | 4,6700                        | C 4.57k          | 0,4670                        |
| C 3.56           | 599,00                        | C 44.4           | 48,100                        | C 467            | 4,5700                        | C 4.67k          | 0,4570                        |
| C 3.71           | 576,00                        | C 46.2           | 46,200                        | C 478            | 4,4700                        | C 4.78k          | 0,4470                        |
| <b>C 4</b>       | <b>553,49</b>                 | <b>C 48</b>      | <b>44,450</b>                 | <b>C 495</b>     | <b>4,3688</b>                 | <b>C 4.95k</b>   | <b>0,4369</b>                 |
| C 4.01           | 532,00                        | C 49.9           | 42,800                        | C 512            | 4,1700                        | C 5.12k          | 0,4170                        |
| C 4.17           | 512,00                        | C 51.8           | 41,200                        | C 539            | 3,9600                        | C 5.39k          | 0,3960                        |
| C 4.34           | 492,00                        | C 53.9           | 39,600                        | C 568            | 3,7600                        | C 5.68k          | 0,3760                        |
| <b>C 4.5</b>     | <b>472,85</b>                 | <b>C 56</b>      | <b>38,100</b>                 | <b>C 580</b>     | <b>3,5814</b>                 | <b>C 5.8k</b>    | <b>0,3581</b>                 |
| C 4.69           | 455,00                        | C 58.3           | 36,600                        | C 613            | 3,4800                        | C 6.13k          | 0,3480                        |
| C 4.88           | 437,00                        | C 60.6           | 35,200                        | C 632            | 3,3800                        | C 6.32k          | 0,3380                        |
| C 5.08           | 420,00                        | C 63.2           | 33,800                        | C 651            | 3,2800                        | C 6.51k          | 0,3280                        |
| <b>C 5.3</b>     | <b>403,94</b>                 | <b>C 65</b>      | <b>32,537</b>                 | <b>C 660</b>     | <b>3,1750</b>                 | <b>C 6.6k</b>    | <b>0,3175</b>                 |
| C 5.50           | 388,00                        | C 68.2           | 31,300                        | C 696            | 3,0700                        | C 6.96k          | 0,3070                        |
| C 5.72           | 373,00                        | C 70.9           | 30,100                        | C 721            | 2,9600                        | C 7.21k          | 0,2960                        |
| C 5.95           | 359,00                        | C 73.9           | 28,900                        | C 746            | 2,8600                        | C 7.46k          | 0,2860                        |
| <b>C 6.2</b>     | <b>345,06</b>                 | <b>C 76</b>      | <b>27,788</b>                 | <b>C 765</b>     | <b>2,7686</b>                 | <b>C 7.65k</b>   | <b>0,2769</b>                 |
| C 6.43           | 332,00                        | C 80.0           | 26,700                        | C 799            | 2,6700                        | C 7.99k          | 0,2670                        |
| C 6.69           | 319,00                        | C 83.1           | 25,700                        | C 831            | 2,5700                        | C 8.31k          | 0,2570                        |
| C 6.95           | 307,00                        | C 86.1           | 24,800                        | C 876            | 2,4400                        | C 8.76k          | 0,2440                        |
| <b>C 7</b>       | <b>294,79</b>                 | <b>C 89</b>      | <b>23,825</b>                 | <b>C 890</b>     | <b>2,3876</b>                 | <b>C 8.9k</b>    | <b>0,2388</b>                 |
| C 7.54           | 283,00                        | C 93.2           | 22,900                        | C 932            | 2,2900                        | C 9.32k          | 0,2290                        |
| C 7.85           | 272,00                        | C 97.0           | 22,000                        | C 970            | 2,2000                        | C 9.7k           | 0,2200                        |
| C 7.99           | 262,00                        | C 101            | 21,100                        | C 1.01k          | 2,1100                        | C 10.1k          | 0,2110                        |
| <b>C 8</b>       | <b>251,84</b>                 | <b>C 104</b>     | <b>20,244</b>                 | <b>C 1.04k</b>   | <b>2,0244</b>                 | <b>C 10.4k</b>   | <b>0,2024</b>                 |
| C 8.82           | 242,00                        | C 109            | 19,500                        | C 1.09k          | 1,9500                        | C 10.9k          | 0,1950                        |
| C 9.16           | 233,00                        | C 114            | 18,800                        | C 1.14k          | 1,8800                        | C 11.4k          | 0,1880                        |
| C 9.53           | 224,00                        | C 118            | 18,150                        | C 1.18k          | 1,8150                        | C 11.8k          | 0,1815                        |
| <b>C 10</b>      | <b>215,14</b>                 | <b>C 120</b>     | <b>17,475</b>                 | <b>C 1.2k</b>    | <b>1,7475</b>                 | <b>C 12k</b>     | <b>0,1748</b>                 |
| C 10.3           | 207,00                        | C 127            | 16,850                        | C 1.27k          | 1,6850                        | C 12.7k          | 0,1685                        |
| C 10.7           | 199,00                        | C 129            | 16,250                        | C 1.29k          | 1,6250                        | C 12.9k          | 0,1625                        |
| C 11.2           | 191,00                        | C 136            | 15,650                        | C 1.36k          | 1,5650                        | C 13.6k          | 0,1565                        |
| <b>C 12</b>      | <b>183,77</b>                 | <b>C 140</b>     | <b>15,088</b>                 | <b>C 1.4k</b>    | <b>1,5088</b>                 | <b>C 14k</b>     | <b>0,1509</b>                 |
| C 12.1           | 176,50                        | C 148            | 14,450                        | C 1.48k          | 1,4450                        | C 14.8k          | 0,1445                        |
| C 12.6           | 170,00                        | C 154            | 13,850                        | C 1.54k          | 1,3850                        | C 15.4k          | 0,1385                        |
| C 13.1           | 163,50                        | C 161            | 13,250                        | C 1.61k          | 1,3250                        | C 16.1k          | 0,1325                        |
| <b>C 14</b>      | <b>157,00</b>                 | <b>C 165</b>     | <b>12,700</b>                 | <b>C 1.65k</b>   | <b>1,2700</b>                 | <b>C 16.5k</b>   | <b>0,1270</b>                 |
| C 14.1           | 151,00                        | C 174            | 12,300                        | C 1.74k          | 1,2300                        | C 17.4k          | 0,1230                        |
| C 14.7           | 145,00                        | C 179            | 11,900                        | C 1.79k          | 1,1900                        | C 17.9k          | 0,1190                        |
| C 15.3           | 139,50                        | C 186            | 11,500                        | C 1.86k          | 1,1500                        | C 18.6k          | 0,1150                        |
| <b>C 16</b>      | <b>134,11</b>                 | <b>C 190</b>     | <b>11,125</b>                 | <b>C 1.9k</b>    | <b>1,1125</b>                 | <b>C 19k</b>     | <b>0,1113</b>                 |
| C 16.5           | 129,00                        | C 198            | 10,760                        | C 1.98k          | 1,0760                        | C 19.8k          | 0,1076                        |
| C 17.2           | 124,00                        | C 207            | 10,300                        | C 2.07k          | 1,0300                        | C 20.7k          | 0,1030                        |
| C 17.9           | 119,00                        | C 219            | 9,7000                        | C 2.19k          | 0,9700                        | C 21.9k          | 0,0970                        |
| <b>C 18</b>      | <b>114,58</b>                 | <b>C 220</b>     | <b>9,5250</b>                 | <b>C 2.2k</b>    | <b>0,9525</b>                 | <b>C 22k</b>     | <b>0,0953</b>                 |
| C 19.4           | 110,00                        | C 232            | 9,2200                        | C 2.32k          | 0,9220                        | C 23.2k          | 0,0092                        |
| C 20.1           | 106,00                        | C 239            | 8,9200                        | C 2.39k          | 0,8920                        | C 23.9k          | 0,0892                        |
| C 20.9           | 102,00                        | C 248            | 8,6200                        | C 2.48k          | 0,8620                        | C 24.8k          | 0,0862                        |
| <b>C 22</b>      | <b>97,866</b>                 | <b>C 255</b>     | <b>8,3312</b>                 | <b>C 2.55k</b>   | <b>0,8331</b>                 | <b>C 25.5k</b>   | <b>0,0833</b>                 |
| C 22.7           | 94,000                        | C 266            | 8,0200                        | C 2.66k          | 0,8020                        | C 26.6k          | 0,0802                        |
| C 23.6           | 90,400                        | C 277            | 7,7200                        | C 2.77k          | 0,7720                        | C 27.7k          | 0,0772                        |
| C 24.5           | 87,000                        | C 288            | 7,4200                        | C 2.88k          | 0,7420                        | C 28.8k          | 0,0742                        |
| <b>C 25</b>      | <b>83,617</b>                 | <b>C 290</b>     | <b>7,1374</b>                 | <b>C 2.9k</b>    | <b>0,7137</b>                 | <b>C 29k</b>     | <b>0,0714</b>                 |
| C 26.6           | 80,400                        | C 308            | 6,9400                        | C 3.08k          | 0,6940                        |                  |                               |
| C 27.7           | 77,200                        | C 317            | 6,7400                        | C 3.17k          | 0,6740                        |                  |                               |
| C 28.7           | 74,400                        | C 327            | 6,5200                        | C 3.27k          | 0,6520                        |                  |                               |
| <b>C 30</b>      | <b>71,425</b>                 | <b>C 330</b>     | <b>6,3500</b>                 | <b>C 3.3k</b>    | <b>0,6350</b>                 |                  |                               |
| C 31.1           | 68,600                        | C 348            | 6,1400                        | C 3.48k          | 0,6140                        |                  |                               |
| C 32.3           | 66,000                        | C 359            | 5,9400                        | C 3.59k          | 0,5940                        |                  |                               |
| C 33.7           | 63,400                        | C 372            | 5,7400                        | C 3.72k          | 0,5740                        |                  |                               |
| <b>C 35</b>      | <b>61,036</b>                 | <b>C 380</b>     | <b>5,5626</b>                 | <b>C 3.8k</b>    | <b>0,5563</b>                 |                  |                               |
| C 36.4           | 58,600                        | C 398            | 5,3600                        | C 3.98k          | 0,5360                        |                  |                               |
| C 37.8           | 56,400                        | C 414            | 5,1600                        | C 4.14k          | 0,5160                        |                  |                               |
| C 39.4           | 54,200                        | C 429            | 4,9500                        | C 4.29k          | 0,4950                        |                  |                               |

## 5.2 Dimensions

### 5.2.1 Inner dimensions

#### 5.2.1.1 Inner diameters and their tolerances

Table 1 specifies the nominal values and the tolerances of the inner diameters for the preferred sizes of circular waveguides. Table 2 specifies the nominal inner diameters for circular waveguides of intermediate and preferred sizes.

The inner diameter tolerances specified in Table 1 are based on the general principle given in Table 3.

**Table 3 – Inner diameter tolerances**

| Range of sizes                                                                                                                              | Tolerance $\pm$                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| C 3.3 to C 165                                                                                                                              | 0,1 % of the nominal inner diameter |
| C 190 to C 220                                                                                                                              | 0,010 mm                            |
| C 255 to C 890                                                                                                                              | 0,007 6 mm                          |
| C 1.04k to C 2.2k                                                                                                                           | 0,005 0 mm                          |
| C 2.55k to C 4.95k                                                                                                                          | 0,003 5 mm                          |
| C 5.8k to C 12k                                                                                                                             | 0,002 5 mm                          |
| C 14k to C 29k                                                                                                                              | 0,001 5 mm                          |
| NOTE The smallest circular waveguide (C 29k) has the series' largest tolerance relative to its inner diameter ( $\pm 2,1$ %) <sup>6</sup> . |                                     |

#### 5.2.1.2 Ellipticity

The ellipticity  $E$  is defined as

$$E = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D}$$

where

$D$  is the nominal inner diameter;

$D_{\max}$  is the largest measured inner diameter; and

$D_{\min}$  is the smallest measured inner diameter.

For waveguides from C 3.3 to C 165, the ellipticity  $E$  shall not exceed 0,1 %. For smaller waveguides, the requirement for ellipticity is for further study.

### 5.2.2 Wall thickness

The wall thickness  $t$  is defined as half the difference between the outer and the inner diameter. The nominal values are specified in Table 1.

<sup>6</sup> This relative tolerance agrees well with that of the smallest ordinary rectangular waveguide (60153 IEC-R 26k), which has approximately the same centre frequency as the 60153 IEC-C 29k. For the R 26k waveguide, the relative width tolerance is  $\pm 2$  %, which is also the largest value in its series.

### 5.2.3 Eccentricity

The eccentricity is defined as half the difference between the measured thickness of opposite walls. Unless otherwise specified, the eccentricity shall not exceed 10 % of the nominal wall thickness. For the determination of the eccentricity, the thicknesses shall be measured where they give the most unfavourable result.

### 5.2.4 Outer dimensions

Table 1 specifies the nominal values and the tolerances of the outer diameters for the preferred sizes of circular waveguides. No outer dimensions are specified for sizes C 16 and larger as well as for sizes C 1.04k and smaller because a variety of manufacturing techniques are used. The values of the outer diameter tolerances given in Table 1 are based on Table 4.

**Table 4 – Outer diameter tolerances**

| Range of sizes                                                            | Tolerance $\pm$ |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| C 3.3 to C 16                                                             | Not specified   |
| C 18                                                                      | 0,13 mm         |
| C 22 to C 25                                                              | 0,11 mm         |
| C 30 to C 40                                                              | 0,095 mm        |
| C 48 to C 76                                                              | 0,080 mm        |
| C 89 to C 120                                                             | 0,065 mm        |
| C 140 to C 165                                                            | 0,055 mm        |
| C 190 to C 890                                                            | 0,050 mm        |
| C 1.04k to C 29k                                                          | Not specified   |
| NOTE Tolerances for the sizes C 18 to C 165 correspond to ISO limit js11. |                 |

## 5.3 Other mechanical requirements

### 5.3.1 Bow

Bow is defined as the maximum departure 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 inner diameter, the external bow shall not exceed 10 times the specified inner diameter tolerance.

For a length of 50 times the inner diameter, the external bow shall not exceed 40 times the specified inner diameter tolerance.

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

### 5.3.2 Surface roughness

Under consideration.

### 5.3.3 Internal stresses

The waveguide tube shall be cut by means of a saw. The cutting process must be carefully controlled 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 tolerance.

## 6 Electrical tests – Attenuation coefficient

For test purposes, the insertion loss of a suitable length  $l$  of waveguide tube shall be measured in the dominant  $TE_{11}$  mode at a frequency of 1,2 times the cut-off frequency ( $= f_{\text{centre}}$ ; derivation in 4.3, footnote 5). The accuracy of the measurement shall be  $\pm 10\%$  of the required value in decibels. The attenuation coefficient is then calculated by dividing the measured insertion loss by the length  $l$ . This measured attenuation coefficient is then to be compared with a theoretical value, which results as follows.

The equation below allows the calculation of the theoretical attenuation coefficient for ideally smooth waveguides made of copper with a conductivity of  $\sigma_0 = 5,80 \times 10^7$  siemens per metre (i.e. standard annealed copper according to IEC 60028:1925).

$$\alpha_{\text{Cu,ideal}} = 5,040 \times \frac{1}{D^{3/2}} \cdot \frac{1 + 0,4185 \left( \frac{f}{f_c} \right)^2}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \cdot \sqrt{\left( \frac{f}{f_c} \right)^2 - 1}} \text{ dB/m}$$

where

$\alpha_{\text{Cu,ideal}}$  is the theoretical attenuation coefficient for the ideal copper waveguide, expressed in decibels per metre (dB/m);

$D$  is the nominal inner diameter, expressed in millimetres (mm);

$f_c$  is the cut-off frequency for the  $TE_{11}$  mode (equation in 4.3, footnote 3);

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

Table 1 gives the theoretical attenuation coefficients of ideal copper waveguides calculated for their respective centre frequencies  $f_{\text{centre}}$ .

For a practical waveguide, characterized by both a finite surface roughness and a non-magnetic material other than standard annealed copper, the attenuation coefficient can be calculated with the following equation.

$$\alpha = \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma_{\text{eff}}}} \cdot \alpha_{\text{Cu,ideal}}$$

where

$\alpha$  is the theoretical attenuation coefficient of the non-magnetic waveguide under consideration, expressed in decibels per metre (dB/m);

$\alpha_{\text{Cu,ideal}}$  is the theoretical attenuation coefficient for the ideal copper waveguide (given in Table 1 for  $f_{\text{centre}}$ ), expressed in decibels per metre (dB/m);

$\sigma_0$  is the electrical conductivity of standard annealed copper according to IEC 60028:1925 ( $\sigma_0 = 5,80 \times 10^7$  S/m);

$\sigma_{\text{eff}}$  is the effective electrical conductivity of the non-magnetic wall material of the waveguide under consideration considering surface roughness, expressed in siemens per metre (S/m).

Testing of waveguide sizes C 104 and larger: Unless otherwise specified, the measured attenuation coefficient shall not exceed a maximum value of 1,3 times the theoretical attenuation coefficient. For ideal copper waveguides at their respective centre frequencies, this maximum attenuation coefficient is given in the last column of Table 1.

Testing of waveguide sizes smaller than C 104: The requirements are for subsequent study.

## **7 Additional tests – Pressure sealing**

The sealing of pressurized waveguide tubing shall conform to the test methods specified in IEC 60261.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022

## Bibliography

IEC 60153-2:2016, *Hollow metallic waveguides – Part 2: Relevant specifications for ordinary rectangular waveguides*

IEC 60153-4:1973, *Hollow metallic waveguides – Part 4: Relevant specifications for circular waveguides*

ISO/IEC 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO/IEC Guide 98-1, *Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement*

TIA/EIA-200-A, *Circular Waveguides*, Standard of the Telecommunications Industry Association of the United States of America, March 1965

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022

## SOMMAIRE

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                       | 17 |
| 1 Domaine d'application .....                                                            | 19 |
| 2 Références normatives .....                                                            | 19 |
| 3 Termes et définitions .....                                                            | 19 |
| 4 Généralités .....                                                                      | 20 |
| 4.1 Types normalisés .....                                                               | 20 |
| 4.2 Désignation de type .....                                                            | 20 |
| 4.3 Plage de fréquences .....                                                            | 20 |
| 5 Exigences mécaniques .....                                                             | 21 |
| 5.1 Généralités .....                                                                    | 21 |
| 5.2 Dimensions .....                                                                     | 25 |
| 5.2.1 Dimensions intérieures .....                                                       | 25 |
| 5.2.2 Epaisseur des parois .....                                                         | 26 |
| 5.2.3 Excentricité .....                                                                 | 26 |
| 5.2.4 Dimensions extérieures .....                                                       | 26 |
| 5.3 Autres exigences mécaniques .....                                                    | 26 |
| 5.3.1 Cintrage .....                                                                     | 26 |
| 5.3.2 Rugosité de la surface .....                                                       | 27 |
| 5.3.3 Contraintes internes .....                                                         | 27 |
| 6 Essais électriques – Affaiblissement linéique .....                                    | 27 |
| 7 Essais supplémentaires – Etanchéité à la pression .....                                | 28 |
| Bibliographie .....                                                                      | 29 |
| Tableau 1 – Guides d'ondes circulaires (tailles préférentielles) .....                   | 22 |
| Tableau 2 – Guides d'ondes circulaires (tailles intermédiaires et préférentielles) ..... | 24 |
| Tableau 3 – Tolérances sur le diamètre intérieur .....                                   | 25 |
| Tableau 4 – Tolérances sur le diamètre extérieur .....                                   | 26 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## GUIDES D'ONDES MÉTALLIQUES CREUX –

## Partie 4: Spécifications applicables aux guides d'ondes circulaires

## 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 du présent document 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.

L'IEC 60153-4 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2017. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) modification du système de désignation des petits guides d'ondes circulaires (par exemple C 25.5k au lieu de C 25500);

## b) révision du Tableau 1:

- correction de la désignation de deux guides d'ondes (désormais C 1.2k et C 12k);
- correction du diamètre de trois guides d'ondes (C 140, C 1.4k et C 14k);
- resserrement des tolérances sur les diamètres intérieurs des guides d'ondes de dimensions inférieures à celles du type C 890;
- suppression des valeurs d'affaiblissement des guides d'ondes pour l'aluminium, l'or et le laiton;

## c) suppression du Tableau 2 (duplication) et remplacement par le tableau des guides d'ondes de tailles intermédiaires initialement prévu à cet emplacement;

## d) ajout d'une équation pour le calcul de l'affaiblissement des guides d'ondes quel que soit le matériau dont ils sont constitués.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| Projet       | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 46F/616/FDIS | 46F/621/RVD     |

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60153, publiées sous le titre général *Guides d'ondes métalliques creux*, se trouve sur le site web de l'IEC.

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 60153-1.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

## GUIDES D'ONDES MÉTALLIQUES CREUX –

### Partie 4: Spécifications applicables aux guides d'ondes circulaires

#### 1 Domaine d'application

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

Le présent document a pour but de spécifier les guides d'ondes métalliques creux en donnant:

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

Aucune recommandation n'est faite en ce qui concerne les matériaux à utiliser pour les guides d'ondes. Le choix des matériaux doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

Le présent document est destiné à être lu conjointement avec l'IEC 60153-1, qui fournit les exigences générales et les méthodes d'essai.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

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

IEC 60153-1, *Guides d'ondes métalliques creux – Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure*

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 de l'IEC 60050 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

## 4 Généralités

### 4.1 Types normalisés

Les séries de guides d'ondes circulaires couvertes par le présent document sont indiquées dans le Tableau 1 et le Tableau 2. Le Tableau 1 donne la liste des guides d'ondes avec leurs tailles préférentielles. Comme les plages de fréquences de fonctionnement des guides d'ondes circulaires sont très restreintes, il est souhaitable de disposer de tailles de guides d'ondes densément espacées. Pour cette raison, des tailles intermédiaires ont été définies<sup>1</sup>. Celles-ci sont compilées dans le Tableau 2, ainsi que leurs tailles préférentielles.

### 4.2 Désignation de type

Pour ces guides d'ondes circulaires, la désignation de type comprend le code suivant

60153\_IEC-C\_ taille

où

\_ est le caractère espace, et

taille est un nombre qui caractérise une taille particulière de guide d'ondes. Ce nombre exprime approximativement, en multiples de cent mégahertz (100 MHz), la fréquence centrale de la plage de fréquences de fonctionnement recommandée. Les nombres supérieurs ou égaux à mille sont, pour raccourcir la désignation, divisés par mille et suivis d'un "k" minuscule pour kilo (par exemple 25.5k pour 25 500 et 29k pour 29 000)<sup>2</sup>. Si un signe décimal est nécessaire, il est écrit sous la forme d'un point.

### 4.3 Plage de fréquences

En fonction de l'application du guide d'ondes circulaire, un mode de guide d'ondes électromagnétiques approprié doit être choisi. La propagation de ce mode est uniquement possible à des fréquences supérieures à une certaine fréquence de coupure. Le Tableau 1 indique les fréquences de coupure pour les modes les plus importants sur le plan technique<sup>3</sup>: TE<sub>11</sub> (1<sup>er</sup> mode et dominant), TM<sub>01</sub> (2<sup>e</sup> mode), TE<sub>21</sub> (3<sup>e</sup> mode), TE<sub>01</sub> (4<sup>e</sup> mode) et TE<sub>02</sub> (14<sup>e</sup> mode).

<sup>1</sup> Les désignations et les diamètres intérieurs des guides d'ondes intermédiaires de C 3.3 à C 890 ont été tirés directement de l'IEC 60153-4:1973. Les désignations et les diamètres intérieurs des guides d'ondes intermédiaires plus petits ont été nouvellement dérivés des guides d'ondes intermédiaires plus grands par mise à l'échelle.

<sup>2</sup> Ce système de désignation est analogue à celui spécifié dans l'IEC 60153-2:2016 pour les guides d'ondes rectangulaires normaux.

<sup>3</sup> La fréquence de coupure,  $f_c$ , pour un mode donné d'un guide d'ondes circulaire est calculée comme  $f_c = x \cdot c_0 / (\pi \cdot D)$ , où  $x$  peut être estimé respectivement à 1,8412, 2,4048, 3,0542, 3,8317, 7,0156 pour les modes TE<sub>11</sub>, TM<sub>01</sub>, TE<sub>21</sub>, TE<sub>01</sub>, TE<sub>02</sub>. En outre,  $c_0$  est la vitesse de la lumière dans le vide ( $\approx 2,997\,925 \cdot 10^8$  m/s),  $\pi$  est la constante d'Archimède ( $\approx 3,14159$ ) et  $D$  est le diamètre intérieur du guide d'ondes exprimé en mètres (m).

La plage de fréquences de fonctionnement recommandée sur laquelle se base le présent document est définie comme une plage de mode dominant pur comprise entre 1,15 fois la fréquence de coupure,  $TE_{11}$ , et 0,96 fois la fréquence de coupure,  $TM_{01}$ <sup>4</sup>. La fréquence centrale,  $f_{\text{centrale}}$ , de la plage de fréquences de fonctionnement recommandée, de laquelle la désignation de type de guide d'onde est dérivée, est alors calculée comme la moyenne géométrique de cette plage<sup>5</sup>.

## 5 Exigences mécaniques

### 5.1 Généralités

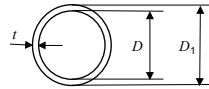
Il convient de noter qu'aucune recommandation n'est faite en ce qui concerne les matériaux à utiliser pour les guides d'ondes. Le choix des matériaux doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

---

<sup>4</sup> Il existe d'autres recommandations communes pour la plage de fréquences de fonctionnement d'un guide d'ondes circulaire. Par exemple, la norme TIA/EIA-200-A recommande la plage comprise entre 1,15 fois la fréquence de coupure,  $TE_{11}$ , et 0,95 fois la fréquence de coupure,  $TE_{21}$ , qui n'est pas une plage de mode dominant pur.

<sup>5</sup> Du fait de  $(1,15 \cdot 0,96 \cdot 2,4048 / 1,8412)^{0,5} \approx 1,2$ , la fréquence centrale  $f_{\text{centre}}$  correspond à 1,2 fois la fréquence de coupure  $TE_{11}$ .

Tableau 1 – Guides d'ondes circulaires (tailles préférentielles)



| Type designation | Cut-off frequency in GHz for the mode |                  |                  |                  |                  | Inner diameter $D$ in mm |                 | Wall thckn. $t$ in mm | Outer diameter $D_1$ in mm |                 |  | attenuation coefficient in dB/m for TE <sub>11</sub> in an ideal copper waveguide |                   |                      |
|------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 60153 IEC--      | TE <sub>11</sub>                      | TM <sub>01</sub> | TE <sub>21</sub> | TE <sub>01</sub> | TE <sub>02</sub> | Nominal value            | Tolerance $\pm$ | Nominal value         | Nominal value              | Tolerance $\pm$ |  | $f_{\text{centre}}$ in GHz                                                        | Theoretical value | Maximum value        |
| C 3.3            | 0,271                                 | 0,354            | 0,450            | 0,564            | 1,03             | 647,90                   | 0,65            | not specified         |                            |                 |  | 0,325                                                                             | 0,00067           | 0,00088              |
| C 4              | 0,317                                 | 0,415            | 0,527            | 0,661            | 1,21             | 553,49                   | 0,55            |                       |                            |                 |  | 0,381                                                                             | 0,00085           | 0,0011               |
| C 4.5            | 0,372                                 | 0,485            | 0,616            | 0,773            | 1,42             | 472,85                   | 0,47            |                       |                            |                 |  | 0,446                                                                             | 0,0011            | 0,0014               |
| C 5.3            | 0,435                                 | 0,568            | 0,722            | 0,905            | 1,66             | 403,94                   | 0,40            |                       |                            |                 |  | 0,522                                                                             | 0,0014            | 0,0018               |
| C 6.2            | 0,509                                 | 0,665            | 0,845            | 1,06             | 1,94             | 345,06                   | 0,35            |                       |                            |                 |  | 0,611                                                                             | 0,0017            | 0,0023               |
| C 7              | 0,596                                 | 0,778            | 0,989            | 1,24             | 2,27             | 294,79                   | 0,29            |                       |                            |                 |  | 0,715                                                                             | 0,0022            | 0,0029               |
| C 8              | 0,698                                 | 0,911            | 1,16             | 1,45             | 2,66             | 251,84                   | 0,25            |                       |                            |                 |  | 0,837                                                                             | 0,0028            | 0,0036               |
| C 10             | 0,817                                 | 1,07             | 1,35             | 1,70             | 3,11             | 215,14                   | 0,22            |                       |                            |                 |  | 0,980                                                                             | 0,0035            | 0,0046               |
| C 12             | 0,956                                 | 1,25             | 1,59             | 1,99             | 3,64             | 183,77                   | 0,18            |                       |                            |                 |  | 1,147                                                                             | 0,0045            | 0,0058               |
| C 14             | 1,12                                  | 1,46             | 1,86             | 2,33             | 4,26             | 157,00                   | 0,16            |                       |                            |                 |  | 1,343                                                                             | 0,0057            | 0,0073               |
| C 16             | 1,31                                  | 1,71             | 2,17             | 2,73             | 4,99             | 134,11                   | 0,13            |                       |                            |                 |  | 1,572                                                                             | 0,0072            | 0,0093               |
| C 18             | 1,53                                  | 2,00             | 2,54             | 3,19             | 5,84             | 114,58                   | 0,11            | 3,300                 | 121,180                    | 0,130           |  | 1,840                                                                             | 0,0091            | 0,0118               |
| C 22             | 1,80                                  | 2,34             | 2,98             | 3,74             | 6,84             | 97,866                   | 0,098           | 3,300                 | 104,466                    | 0,110           |  | 2,154                                                                             | 0,0115            | 0,0149               |
| C 25             | 2,10                                  | 2,74             | 3,49             | 4,37             | 8,01             | 83,617                   | 0,084           | 3,300                 | 90,217                     | 0,110           |  | 2,521                                                                             | 0,0145            | 0,0189               |
| C 30             | 2,46                                  | 3,21             | 4,08             | 5,12             | 9,37             | 71,425                   | 0,071           | 3,300                 | 78,025                     | 0,095           |  | 2,952                                                                             | 0,0184            | 0,0239               |
| C 35             | 2,88                                  | 3,76             | 4,78             | 5,99             | 11,0             | 61,036                   | 0,061           | 3,300                 | 67,636                     | 0,095           |  | 3,454                                                                             | 0,0233            | 0,0303               |
| C 40             | 3,38                                  | 4,41             | 5,61             | 7,03             | 12,9             | 51,994                   | 0,052           | 2,540                 | 57,074                     | 0,095           |  | 4,055                                                                             | 0,0296            | 0,0385               |
| C 48             | 3,95                                  | 5,16             | 6,56             | 8,23             | 15,1             | 44,450                   | 0,044           | 2,540                 | 49,530                     | 0,080           |  | 4,743                                                                             | 0,0375            | 0,0488               |
| C 56             | 4,61                                  | 6,02             | 7,65             | 9,60             | 17,6             | 38,100                   | 0,038           | 2,030                 | 42,160                     | 0,080           |  | 5,534                                                                             | 0,0473            | 0,0614               |
| C 65             | 5,40                                  | 7,05             | 8,96             | 11,2             | 20,6             | 32,537                   | 0,033           | 2,030                 | 36,597                     | 0,080           |  | 6,480                                                                             | 0,0599            | 0,0779               |
| C 76             | 6,32                                  | 8,26             | 10,5             | 13,2             | 24,1             | 27,788                   | 0,028           | 1,650                 | 31,088                     | 0,080           |  | 7,587                                                                             | 0,0759            | 0,0987               |
| C 89             | 7,37                                  | 9,63             | 12,2             | 15,3             | 28,1             | 23,825                   | 0,024           | 1,650                 | 27,125                     | 0,065           |  | 8,850                                                                             | 0,0956            | 0,124                |
| C 104            | 8,68                                  | 11,3             | 14,4             | 18,1             | 33,1             | 20,244                   | 0,020           | 1,270                 | 22,784                     | 0,065           |  | 10,41                                                                             | 0,122             | 0,159                |
| C 120            | 10,1                                  | 13,1             | 16,7             | 20,9             | 38,3             | 17,475                   | 0,017           | 1,270                 | 20,015                     | 0,065           |  | 12,07                                                                             | 0,152             |                      |
| C 140            | 11,6                                  | 15,2             | 19,3             | 24,2             | 44,4             | 15,088                   | 0,015           | 1,015                 | 17,118                     | 0,055           |  | 13,97                                                                             | 0,190             |                      |
| C 165            | 13,8                                  | 18,1             | 22,9             | 28,8             | 52,7             | 12,700                   | 0,013           | 1,015                 | 14,730                     | 0,055           |  | 16,60                                                                             | 0,246             |                      |
| C 190            | 15,8                                  | 20,6             | 26,2             | 32,9             | 60,2             | 11,125                   | 0,010           | 1,015                 | 13,155                     | 0,050           |  | 18,95                                                                             | 0,300             |                      |
| C 220            | 18,4                                  | 24,1             | 30,6             | 38,4             | 70,3             | 9,5250                   | 0,010           | 0,760                 | 11,045                     | 0,050           |  | 22,14                                                                             | 0,378             |                      |
| C 255            | 21,1                                  | 27,5             | 35,0             | 43,9             | 80,4             | 8,3312                   | 0,0076          | 0,760                 | 9,851                      | 0,050           |  | 25,31                                                                             | 0,462             |                      |
| C 290            | 24,6                                  | 32,2             | 40,8             | 51,2             | 93,8             | 7,1374                   | 0,0076          | 0,760                 | 8,657                      | 0,050           |  | 29,54                                                                             | 0,583             |                      |
| C 330            | 27,7                                  | 36,1             | 45,9             | 57,6             | 105              | 6,3500                   | 0,0076          | 0,510                 | 7,370                      | 0,050           |  | 33,20                                                                             | 0,695             |                      |
| C 380            | 31,6                                  | 41,3             | 52,4             | 65,7             | 120              | 5,5626                   | 0,0076          | 0,510                 | 6,583                      | 0,050           |  | 37,90                                                                             | 0,847             |                      |
| C 430            | 36,8                                  | 48,1             | 61,0             | 76,6             | 140              | 4,7752                   | 0,0076          | 0,510                 | 5,795                      | 0,050           |  | 44,15                                                                             | 1,07              |                      |
| C 495            | 40,2                                  | 52,5             | 66,7             | 83,7             | 153              | 4,3688                   | 0,0076          | 0,510                 | 5,389                      | 0,050           |  | 48,26                                                                             | 1,22              |                      |
| C 580            | 49,1                                  | 64,1             | 81,4             | 102              | 187              | 3,5814                   | 0,0076          | 0,510                 | 4,601                      | 0,050           |  | 58,87                                                                             | 1,64              |                      |
| C 660            | 55,3                                  | 72,3             | 91,8             | 115              | 211              | 3,1750                   | 0,0076          | 0,380                 | 3,935                      | 0,050           |  | 66,41                                                                             | 1,96              |                      |
| C 765            | 63,5                                  | 82,9             | 105              | 132              | 242              | 2,7686                   | 0,0076          | 0,380                 | 3,529                      | 0,050           |  | 76,15                                                                             | 2,41              |                      |
| C 890            | 73,6                                  | 96,1             | 122              | 153              | 280              | 2,3876                   | 0,0076          | 0,380                 | 3,148                      | 0,050           |  | 88,31                                                                             | 3,01              |                      |
| C 1.04k          | 86,8                                  | 113              | 144              | 181              | 331              | 2,0244                   | 0,0050          | not specified         |                            |                 |  | 104,1                                                                             | 3,86              | for subsequent study |
| C 1.2k           | 101                                   | 131              | 167              | 209              | 383              | 1,7475                   | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 120,7                                                                             | 4,81              |                      |
| C 1.4k           | 116                                   | 152              | 193              | 242              | 444              | 1,5088                   | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 139,7                                                                             | 6,00              |                      |
| C 1.65k          | 138                                   | 181              | 229              | 288              | 527              | 1,2700                   | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 166,0                                                                             | 7,77              |                      |
| C 1.9k           | 158                                   | 206              | 262              | 329              | 602              | 1,1125                   | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 189,5                                                                             | 9,47              |                      |
| C 2.2k           | 184                                   | 241              | 306              | 384              | 703              | 0,9525                   | 0,0050          |                       |                            |                 |  | 221,4                                                                             | 12,0              |                      |
| C 2.55k          | 211                                   | 275              | 350              | 439              | 804              | 0,8331                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 253,1                                                                             | 14,6              |                      |
| C 2.9k           | 246                                   | 322              | 408              | 512              | 938              | 0,7137                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 295,4                                                                             | 18,4              |                      |
| C 3.3k           | 277                                   | 361              | 459              | 576              | 1050             | 0,6350                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 332,0                                                                             | 22,0              |                      |
| C 3.8k           | 316                                   | 413              | 524              | 657              | 1200             | 0,5563                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 379,0                                                                             | 26,8              |                      |
| C 4.3k           | 368                                   | 481              | 610              | 766              | 1400             | 0,4775                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 441,5                                                                             | 33,7              |                      |
| C 4.95k          | 402                                   | 525              | 667              | 837              | 1530             | 0,4369                   | 0,0035          |                       |                            |                 |  | 482,6                                                                             | 38,5              |                      |
| C 5.8k           | 491                                   | 641              | 814              | 1020             | 1870             | 0,3581                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 588,8                                                                             | 51,9              |                      |
| C 6.6k           | 553                                   | 723              | 918              | 1150             | 2110             | 0,3175                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 664,1                                                                             | 62,1              |                      |
| C 7.65k          | 635                                   | 829              | 1050             | 1320             | 2420             | 0,2769                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 761,4                                                                             | 76,3              |                      |
| C 8.9k           | 736                                   | 961              | 1220             | 1530             | 2800             | 0,2388                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 882,9                                                                             | 95,3              |                      |
| C 10.4k          | 868                                   | 1130             | 1440             | 1810             | 3310             | 0,2024                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 1042                                                                              | 122               |                      |
| C 12k            | 1010                                  | 1310             | 1670             | 2090             | 3830             | 0,1748                   | 0,0025          |                       |                            |                 |  | 1206                                                                              | 152               |                      |
| C 14k            | 1160                                  | 1520             | 1930             | 2420             | 4440             | 0,1509                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1397                                                                              | 190               |                      |
| C 16.5k          | 1380                                  | 1810             | 2290             | 2880             | 5270             | 0,1270                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1660                                                                              | 246               |                      |
| C 19k            | 1580                                  | 2060             | 2620             | 3290             | 6020             | 0,1113                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 1894                                                                              | 299               |                      |
| C 22k            | 1840                                  | 2410             | 3060             | 3840             | 7020             | 0,0953                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2212                                                                              | 378               |                      |
| C 25.5k          | 2110                                  | 2750             | 3500             | 4390             | 8040             | 0,0833                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2531                                                                              | 462               |                      |
| C 29k            | 2460                                  | 3210             | 4080             | 5120             | 9380             | 0,0714                   | 0,0015          |                       |                            |                 |  | 2953                                                                              | 583               |                      |

| Anglais                                                                    | Français                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Type designation                                                           | Désignation de type                                                                   |
| Cut-off frequency in GHz for the mode                                      | Fréquence de coupure pour le mode, en GHz                                             |
| Inner diameter $D$ in mm                                                   | Diamètre intérieur $D$ , en mm                                                        |
| Wall thickn. $t$ in mm                                                     | Épaisseur de paroi $t$ , en mm                                                        |
| Outer diameter $D_1$ in mm                                                 | Diamètre extérieur $D_1$ en mm                                                        |
| Attenuation coefficient in dB/m for $TE_{11}$ in an ideal copper waveguide | Affaiblissement linéique en dB/m pour $TE_{11}$ dans un guide d'ondes idéal en cuivre |
| Nominal value                                                              | Valeur nominale                                                                       |
| Tolerance                                                                  | Tolérance                                                                             |
| $f_{\text{centre}}$ in GHz                                                 | $f_{\text{centrale}}$ , en GHz                                                        |
| Theoretical value                                                          | Valeur théorique                                                                      |
| Maximum value                                                              | Valeur maximale                                                                       |
| not specified                                                              | non spécifié                                                                          |
| for subsequent study                                                       | pour étude ultérieure                                                                 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60153-4:2022

**Tableau 2 – Guides d'ondes circulaires (tailles intermédiaires et préférentielles)**

| Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm | Type designation | Inner diameter <i>D</i> in mm |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 | 60153 IEC–       | Nominal value                 |
| C 3.3            | 647,90                        | C 40             | 51,994                        | C 430            | 4,7752                        | C 4.3k           | 0,4775                        |
| C 3.43           | 623,00                        | C 42.7           | 50,000                        | C 457            | 4,6700                        | C 4.57k          | 0,4670                        |
| C 3.56           | 599,00                        | C 44.4           | 48,100                        | C 467            | 4,5700                        | C 4.67k          | 0,4570                        |
| C 3.71           | 576,00                        | C 46.2           | 46,200                        | C 478            | 4,4700                        | C 4.78k          | 0,4470                        |
| C 4              | 553,49                        | C 48             | 44,450                        | C 495            | 4,3688                        | C 4.95k          | 0,4369                        |
| C 4.01           | 532,00                        | C 49.9           | 42,800                        | C 512            | 4,1700                        | C 5.12k          | 0,4170                        |
| C 4.17           | 512,00                        | C 51.8           | 41,200                        | C 539            | 3,9600                        | C 5.39k          | 0,3960                        |
| C 4.34           | 492,00                        | C 53.9           | 39,600                        | C 568            | 3,7600                        | C 5.68k          | 0,3760                        |
| C 4.5            | 472,85                        | C 56             | 38,100                        | C 580            | 3,5814                        | C 5.8k           | 0,3581                        |
| C 4.69           | 455,00                        | C 58.3           | 36,600                        | C 613            | 3,4800                        | C 6.13k          | 0,3480                        |
| C 4.88           | 437,00                        | C 60.6           | 35,200                        | C 632            | 3,3800                        | C 6.32k          | 0,3380                        |
| C 5.08           | 420,00                        | C 63.2           | 33,800                        | C 651            | 3,2800                        | C 6.51k          | 0,3280                        |
| C 5.3            | 403,94                        | C 65             | 32,537                        | C 660            | 3,1750                        | C 6.6k           | 0,3175                        |
| C 5.50           | 388,00                        | C 68.2           | 31,300                        | C 696            | 3,0700                        | C 6.96k          | 0,3070                        |
| C 5.72           | 373,00                        | C 70.9           | 30,100                        | C 721            | 2,9600                        | C 7.21k          | 0,2960                        |
| C 5.95           | 359,00                        | C 73.9           | 28,900                        | C 746            | 2,8600                        | C 7.46k          | 0,2860                        |
| C 6.2            | 345,06                        | C 76             | 27,788                        | C 765            | 2,7686                        | C 7.65k          | 0,2769                        |
| C 6.43           | 332,00                        | C 80.0           | 26,700                        | C 799            | 2,6700                        | C 7.99k          | 0,2670                        |
| C 6.69           | 319,00                        | C 83.1           | 25,700                        | C 831            | 2,5700                        | C 8.31k          | 0,2570                        |
| C 6.95           | 307,00                        | C 86.1           | 24,800                        | C 876            | 2,4400                        | C 8.76k          | 0,2440                        |
| C 7              | 294,79                        | C 89             | 23,825                        | C 890            | 2,3876                        | C 8.9k           | 0,2388                        |
| C 7.54           | 283,00                        | C 93.2           | 22,900                        | C 932            | 2,2900                        | C 9.32k          | 0,2290                        |
| C 7.85           | 272,00                        | C 97.0           | 22,000                        | C 970            | 2,2000                        | C 9.7k           | 0,2200                        |
| C 7.99           | 262,00                        | C 101            | 21,100                        | C 1.01k          | 2,1100                        | C 10.1k          | 0,2110                        |
| C 8              | 251,84                        | C 104            | 20,244                        | C 1.04k          | 2,0244                        | C 10.4k          | 0,2024                        |
| C 8.82           | 242,00                        | C 109            | 19,500                        | C 1.09k          | 1,9500                        | C 10.9k          | 0,1950                        |
| C 9.16           | 233,00                        | C 114            | 18,800                        | C 1.14k          | 1,8800                        | C 11.4k          | 0,1880                        |
| C 9.53           | 224,00                        | C 118            | 18,150                        | C 1.18k          | 1,8150                        | C 11.8k          | 0,1815                        |
| C 10             | 215,14                        | C 120            | 17,475                        | C 1.2k           | 1,7475                        | C 12k            | 0,1748                        |
| C 10.3           | 207,00                        | C 127            | 16,850                        | C 1.27k          | 1,6850                        | C 12.7k          | 0,1685                        |
| C 10.7           | 199,00                        | C 129            | 16,250                        | C 1.29k          | 1,6250                        | C 12.9k          | 0,1625                        |
| C 11.2           | 191,00                        | C 136            | 15,650                        | C 1.36k          | 1,5650                        | C 13.6k          | 0,1565                        |
| C 12             | 183,77                        | C 140            | 15,088                        | C 1.4k           | 1,5088                        | C 14k            | 0,1509                        |
| C 12.1           | 176,50                        | C 148            | 14,450                        | C 1.48k          | 1,4450                        | C 14.8k          | 0,1445                        |
| C 12.6           | 170,00                        | C 154            | 13,850                        | C 1.54k          | 1,3850                        | C 15.4k          | 0,1385                        |
| C 13.1           | 163,50                        | C 161            | 13,250                        | C 1.61k          | 1,3250                        | C 16.1k          | 0,1325                        |
| C 14             | 157,00                        | C 165            | 12,700                        | C 1.65k          | 1,2700                        | C 16.5k          | 0,1270                        |
| C 14.1           | 151,00                        | C 174            | 12,300                        | C 1.74k          | 1,2300                        | C 17.4k          | 0,1230                        |
| C 14.7           | 145,00                        | C 179            | 11,900                        | C 1.79k          | 1,1900                        | C 17.9k          | 0,1190                        |
| C 15.3           | 139,50                        | C 186            | 11,500                        | C 1.86k          | 1,1500                        | C 18.6k          | 0,1150                        |
| C 16             | 134,11                        | C 190            | 11,125                        | C 1.9k           | 1,1125                        | C 19k            | 0,1113                        |
| C 16.5           | 129,00                        | C 198            | 10,760                        | C 1.98k          | 1,0760                        | C 19.8k          | 0,1076                        |
| C 17.2           | 124,00                        | C 207            | 10,300                        | C 2.07k          | 1,0300                        | C 20.7k          | 0,1030                        |
| C 17.9           | 119,00                        | C 219            | 9,7000                        | C 2.19k          | 0,9700                        | C 21.9k          | 0,0970                        |
| C 18             | 114,58                        | C 220            | 9,5250                        | C 2.2k           | 0,9525                        | C 22k            | 0,0953                        |
| C 19.4           | 110,00                        | C 232            | 9,2200                        | C 2.32k          | 0,9220                        | C 23.2k          | 0,0092                        |
| C 20.1           | 106,00                        | C 239            | 8,9200                        | C 2.39k          | 0,8920                        | C 23.9k          | 0,0892                        |
| C 20.9           | 102,00                        | C 248            | 8,6200                        | C 2.48k          | 0,8620                        | C 24.8k          | 0,0862                        |
| C 22             | 97,866                        | C 255            | 8,3312                        | C 2.55k          | 0,8331                        | C 25.5k          | 0,0833                        |
| C 22.7           | 94,000                        | C 266            | 8,0200                        | C 2.66k          | 0,8020                        | C 26.6k          | 0,0802                        |
| C 23.6           | 90,400                        | C 277            | 7,7200                        | C 2.77k          | 0,7720                        | C 27.7k          | 0,0772                        |
| C 24.5           | 87,000                        | C 288            | 7,4200                        | C 2.88k          | 0,7420                        | C 28.8k          | 0,0742                        |
| C 25             | 83,617                        | C 290            | 7,1374                        | C 2.9k           | 0,7137                        | C 29k            | 0,0714                        |
| C 26.6           | 80,400                        | C 308            | 6,9400                        | C 3.08k          | 0,6940                        |                  |                               |
| C 27.7           | 77,200                        | C 317            | 6,7400                        | C 3.17k          | 0,6740                        |                  |                               |
| C 28.7           | 74,400                        | C 327            | 6,5200                        | C 3.27k          | 0,6520                        |                  |                               |
| C 30             | 71,425                        | C 330            | 6,3500                        | C 3.3k           | 0,6350                        |                  |                               |
| C 31.1           | 68,600                        | C 348            | 6,1400                        | C 3.48k          | 0,6140                        |                  |                               |
| C 32.3           | 66,000                        | C 359            | 5,9400                        | C 3.59k          | 0,5940                        |                  |                               |
| C 33.7           | 63,400                        | C 372            | 5,7400                        | C 3.72k          | 0,5740                        |                  |                               |
| C 35             | 61,036                        | C 380            | 5,5626                        | C 3.8k           | 0,5563                        |                  |                               |
| C 36.4           | 58,600                        | C 398            | 5,3600                        | C 3.98k          | 0,5360                        |                  |                               |
| C 37.8           | 56,400                        | C 414            | 5,1600                        | C 4.14k          | 0,5160                        |                  |                               |
| C 39.4           | 54,200                        | C 429            | 4,9500                        | C 4.29k          | 0,4950                        |                  |                               |

| Anglais                  | Français                       |
|--------------------------|--------------------------------|
| Type designation         | Désignation de type            |
| Inner diameter $D$ in mm | Diamètre intérieur $D$ , en mm |
| Nominal value            | Valeur nominale                |

## 5.2 Dimensions

### 5.2.1 Dimensions intérieures

#### 5.2.1.1 Diamètres intérieurs et leurs tolérances

Le Tableau 1 spécifie les valeurs nominales et les tolérances des diamètres intérieurs pour les tailles préférentielles de guides d'ondes circulaires. Le Tableau 2 spécifie les diamètres intérieurs nominaux pour les guides d'ondes circulaires de tailles intermédiaires et préférentielles.

Les tolérances sur le diamètre intérieur spécifiées dans le Tableau 1 sont établies à partir du principe général présenté dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Tolérances sur le diamètre intérieur**

| Plage de tailles                                                                                                                                                    | Tolérance ( $\pm$ )                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| C 3.3 à C 165                                                                                                                                                       | 0,1 % du diamètre intérieur nominal |
| C 190 à C 220                                                                                                                                                       | 0,010 mm                            |
| C 255 à C 890                                                                                                                                                       | 0,007 6 mm                          |
| C 1.04k à C 2.2k                                                                                                                                                    | 0,005 0 mm                          |
| C 2.55k à C 4.95k                                                                                                                                                   | 0,003 5 mm                          |
| C 5.8k à C 12k                                                                                                                                                      | 0,0025 mm                           |
| C 14k à C 29k                                                                                                                                                       | 0,001 5 mm                          |
| NOTE Le plus petit guide d'ondes circulaire (C 29k) possède la plus grande tolérance de la série par rapport à son diamètre intérieur ( $\pm 2,1$ %) <sup>6</sup> . |                                     |

#### 5.2.1.2 Ovalisation

L'ovalisation  $E$  est définie par

$$E = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D}$$

où

$D$  est le diamètre intérieur nominal;

$D_{\max}$  est le plus grand diamètre intérieur mesuré; et

$D_{\min}$  est le plus petit diamètre intérieur mesuré.

<sup>6</sup> Cette tolérance relative s'accorde bien avec celle du plus petit guide d'ondes rectangulaire normal (60153 IEC-R 26k), qui a approximativement la même fréquence centrale que le 60153 IEC-C 29k. Pour le guide d'ondes R 26k, la tolérance relative sur la largeur est de  $\pm 2$  %, qui est aussi la plus grande valeur dans la série.