

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

1580-9

Première édition
First edition
1996-06

**Méthodes de mesure appliquées
aux guides d'ondes –**

**Partie 9:
Coefficient de réflexion aux interfaces
de guides d'ondes rectangulaires**

Methods of measurement for waveguides –

**Part 9:
Reflection coefficient at rectangular
waveguide interfaces**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1580-9: 1996

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

1580-9

Première édition
First edition
1996-06

**Méthodes de mesure appliquées
aux guides d'ondes –**

**Partie 9:
Coefficient de réflexion aux interfaces
de guides d'ondes rectangulaires**

Methods of measurement for waveguides –

**Part 9:
Reflection coefficient at rectangular
waveguide interfaces**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

H

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE APPLIQUÉES AUX GUIDES D'ONDES –

Partie 9: Coefficient de réflexion aux interfaces
de guides d'ondes rectangulaires

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 1580-9 a été établie par le sous-comité 46B: Guides d'ondes et dispositifs accessoires, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs et accessoires pour communications et signalisation.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46B/210/FDIS	46B/217/RVD

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR WAVEGUIDES –

Part 9: Reflection coefficient at rectangular waveguide interfaces

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1580-9 has been prepared by subcommittee 46B: Waveguides and their accessories, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, and accessories for communication and signalling.

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

FDIS	Report on voting
46B/210/FDIS	46B/217/RVD

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

INTRODUCTION

La jonction entre deux guides d'ondes similaires peut donner lieu à des réflexions du signal d'entrée, par suite des tolérances dans les dimensions du guide, les trous d'alignement des brides et les diamètres des boulons. Les effets, dus aux tolérances variées, sur le coefficient de réflexion sont examinés dans la présente partie de la CEI 1580.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61580-9:1996

INTRODUCTION

Due to tolerances in waveguide dimensions, flange alignment holes and bolt diameters, the junction between two similar waveguides can give rise to reflections of an input signal. This part of IEC 1580 examines the effects on reflection coefficient due to the various tolerances.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61580-9:1996

MÉTHODES DE MESURE APPLIQUÉES AUX GUIDES D'ONDES –

Partie 9: Coefficient de réflexion aux interfaces de guides d'ondes rectangulaires

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 1580 indique les moyens de déterminer le coefficient de réflexion à la jonction de deux guides d'ondes rectangulaires similaires dû aux imperfections suivantes:

- a) différences dans les dimensions internes du guide;
- b) déplacement latéral entre les axes du guide dans le plan H ou le plan E;
- c) excentrage angulaire entre les axes du guide.

2 Références normatives

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1580. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1580 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 154: *Brides pour guides d'ondes*

3 Liste des symboles

Soit:

- a = largeur intérieure de base du guide d'ondes;
- b = hauteur intérieure de base du guide d'ondes;
- λ_g = longueur d'ondes du guide;
- λ_c = longueur d'ondes de coupure;
- Δ_a, Δ_b = variations des dimensions internes de base du guide d'ondes;
- $\Delta_{a'}, \Delta_{b'}$ = déplacements linéaires entre les axes du guide d'ondes.

Les symboles ci-dessus sont illustrés à la figure 1.

De plus, nous avons:

- ρ_a = coefficient de réflexion dû aux changements de largeur du guide;
- ρ_b = coefficient de réflexion dû aux changements de hauteur du guide;
- ρ_H = coefficient de réflexion dû au déplacement du plan H;
- ρ_E = coefficient de réflexion dû au déplacement du plan E.

METHODS OF MEASUREMENT FOR WAVEGUIDES –

Part 9: Reflection coefficient at rectangular waveguide interfaces

1 Scope

This part of IEC 1580 gives the means for determining the reflection coefficient at the junction of two similar rectangular waveguides due to the following imperfections:

- a) differences in the waveguide internal dimensions;
- b) lateral displacement between the waveguide axes in either the H or E plane;
- c) angular misalignment between the waveguide axes.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1580. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1580 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 154: *Flanges for waveguides*

3 List of symbols

Let:

- a = basic inside width of the waveguide;
- b = basic inside height of the waveguide;
- λ_g = waveguide wavelength;
- λ_c = cut-off wavelength;
- Δ_a, Δ_b = deviations from the basic internal waveguide dimensions;
- $\Delta_{a'}, \Delta_{b'}$ = linear displacements between the waveguide axes.

The above symbols are illustrated in figure 1.

In addition, let:

- ρ_a = reflection coefficient due to changes in waveguide width;
- ρ_b = reflection coefficient due to changes in waveguide height;
- ρ_H = reflection coefficient due to H-plane displacement;
- ρ_E = reflection coefficient due to E-plane displacement.

4 Effet des changements de dimensions et du déplacement axial

4.1 Combinaison de désadaptations

Pour de petits changements de dimensions, ρ_a et ρ_b sont dus aux désadaptations résistives entre les guides d'ondes, les susceptances parallèles étant négligeables. Les coefficients de réflexion dus aux déplacements, ρ_H et ρ_E sont provoqués par les susceptances parallèles et par suite sont en quadrature de phase avec $(\rho_a + \rho_b)$. La désadaptation totale due à la combinaison des changements de dimensions et du déplacement axial est alors:

$$\rho = \sqrt{(\rho_a + \rho_b)^2 + (\rho_H - \rho_E)^2} \quad (1)$$

NOTES

1 La valeur la plus élevée du coefficient de réflexion pour les guides d'ondes alignés axialement est obtenue lorsque a et b sont à leurs plus grandes tolérances et qu'un guide d'ondes de dimensions $(a + \Delta_a)$, $(b - \Delta_b)$ s'accouple avec un guide de dimensions $(a - \Delta_a)$, $(b + \Delta_b)$.

2 ρ_H et ρ_E ont des signes opposés, ρ_H étant dû à une susceptance inductive et ρ_E à une susceptance capacitive.

4.2 Considérations théoriques

Dans les normes de la série CEI 154 la formule suivante est donnée pour la réflexion maximale due à la combinaison des changements de dimensions et du déplacement latéral pour les guides d'ondes rectangulaires:

$$R = 10 \log_{10} \frac{1}{\left[\frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} + \frac{\Delta_b}{b} \right]^2 + \left[\frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_a^2}{a^3} - \frac{7,8957 \times \Delta_b^2}{\lambda_g b} \right]^2} \quad (2)$$

où R est la perte par réflexion.

L'équation (2) peut être réécrite en termes de coefficients de réflexion de la manière suivante:

$$R = 10 \log_{10} \frac{1}{\rho^2}$$

$$\text{d'où } \rho = \sqrt{\left[\frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} + \frac{\Delta_b}{b} \right]^2 + \left[\frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_a^2}{a^3} - \frac{7,8957 \times \Delta_b^2}{\lambda_g b} \right]^2} \quad (3)$$

$$\text{c'est-à-dire } \rho = \sqrt{(\rho_a + \rho_b)^2 + (\rho_H - \rho_E)^2} \quad (3a)$$

L'équation (3a) est identique à l'équation (1).

4 Effect of dimensional changes and axial displacement

4.1 Combination of mismatches

For small dimensional changes, ρ_a and ρ_b are due to the resistive mismatches between the waveguides, the shunt susceptances being negligible. The reflection coefficients due to displacements, ρ_H and ρ_E , are due to shunt susceptances and consequently in phase quadrature with $(\rho_a + \rho_b)$. The total mismatch due to the combination of dimensional changes and axial displacement is therefore:

$$\rho = \sqrt{(\rho_a + \rho_b)^2 + (\rho_H - \rho_E)^2} \quad (1)$$

NOTES

1 The highest value of reflection coefficient for axially aligned waveguides is when a and b are at extreme tolerances and a waveguide with dimensions $(a + \Delta_a)$, $(b - \Delta_b)$ mates with a waveguide with dimensions $(a - \Delta_a)$, $(b + \Delta_b)$.

2 ρ_H and ρ_E have opposite signs, ρ_H being due to an inductive susceptance and ρ_E to a capacitive susceptance.

4.2 Theoretical considerations

In the IEC 154 series of standards, the following formula is given for the maximum reflection due to the combination of dimensional changes and lateral displacement for rectangular waveguides:

$$R = 10 \log_{10} \frac{1}{\left[\frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} + \frac{\Delta_b}{b} \right]^2 + \left[\frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_a^2}{a^3} - \frac{7,8957 \times \Delta_b^2}{\lambda_g b} \right]^2} \quad (2)$$

where R is the reflection loss.

Equation (2) can be re-written in terms of reflection coefficients as follows:

$$R = 10 \log_{10} \frac{1}{\rho^2}$$

$$\text{therefore } \rho = \sqrt{\left[\frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} + \frac{\Delta_b}{b} \right]^2 + \left[\frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_a^2}{a^3} - \frac{7,8957 \times \Delta_b^2}{\lambda_g b} \right]^2} \quad (3)$$

$$\text{i.e. } \rho = \sqrt{(\rho_a + \rho_b)^2 + (\rho_H - \rho_E)^2} \quad (3a)$$

Equation (3a) is identical to equation (1).

Les différents facteurs de l'équation (3a) peuvent être exprimés de la manière suivante:

$$\rho_a = \frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} = \left(\frac{\lambda_g}{2a}\right)^2 \frac{\Delta_a}{a} \quad \text{c'est-à-dire} \quad \rho_a = \left(\frac{\lambda_g}{\lambda_c}\right)^2 \frac{\Delta_a}{a} \quad (4)$$

$$\rho_b = \frac{\Delta b}{b} \quad (5)$$

$$\rho_H = \frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_{a'}^2}{a^3} = \pi^2 \frac{\lambda_g}{2a} \left(\frac{\Delta_{a'}}{a}\right)^2 \quad \text{c'est-à-dire} \quad \rho_H = \pi^2 \frac{\lambda_g}{\lambda_c} \left(\frac{\Delta_{a'}}{a}\right)^2 \quad (6)$$

$$\rho_E = \frac{7,8957 \times \Delta_{b'}^2}{\lambda_g b} = \frac{\pi^2}{1,25} \frac{b}{\lambda_g} \left(\frac{\Delta_{b'}}{b}\right)^2 \quad \text{c'est-à-dire} \quad \rho_E = \frac{\pi^2}{5} \frac{4b}{\lambda_g} \left(\frac{\Delta_{b'}}{b}\right)^2 \quad (7)$$

4.3 Détermination des coefficients de réflexion

Ils peuvent être déterminés soit en utilisant les équations (4) à (7), soit à l'aide des graphiques de la figure 2 où les coefficients de réflexion sont exprimés en pourcentages.

Comme ρ_b est indépendant de la fréquence, on peut utiliser directement pour ρ_b l'ordonnée de la figure 2.

Pour ρ_a , ρ_H et ρ_E , l'ordonnée tient compte de la fréquence de mesure.

NOTES

1 Pour un essai de guide d'ondes en milieu de bande λ_c/λ_g est voisin de 1 et l'ordonnée donne les valeurs approximatives en milieu de bande pour ρ_a et ρ_H .

2 Pour les guides d'ondes de rapport 2:1 $\frac{\lambda_g}{4b} = \frac{\lambda_g}{\lambda_c}$ et l'ordonnée donne la valeur approximative de ρ_E en milieu de bande.

4.4 Résumé

L'équation (2) a été retenue par la CEI pour déterminer les pertes par réflexion entre deux brides de guides d'ondes rectangulaires de la série CEI 154 des normes de brides. Ces normes contiennent les tableaux des pertes de réflexion basés sur l'hypothèse que le déplacement maximal tolérable entre les brides de guides d'ondes ne devrait pas se dégrader de plus de 1 dB, les pertes de réflexion habituelles dues aux tolérances dimensionnelles du guide d'ondes. Ceci conduit à une valeur maximale pour $\Delta_{a'}$ de 0,0175a pour une tolérance de guide de $\pm a/500$. Cela donne pour les plus grandes dimensions du guide d'ondes, une valeur approximative des pertes de réflexion de 40 dB, dans le plus mauvais des cas.

The separate factors in equation (3a) can be expressed as follows:

$$\rho_a = \frac{\lambda_g^2 \times \Delta_a}{4a^3} = \left(\frac{\lambda_g}{2a} \right)^2 \frac{\Delta_a}{a} \quad \text{i.e.} \quad \rho_a = \left(\frac{\lambda_g}{\lambda_c} \right)^2 \frac{\Delta_a}{a} \quad (4)$$

$$\rho_b = \frac{\Delta b}{b} \quad (5)$$

$$\rho_H = \frac{4,9348 \lambda_g \times \Delta_{a'}^2}{a^3} = \pi^2 \frac{\lambda_g}{2a} \left(\frac{\Delta_{a'}}{a} \right)^2 \quad \text{i.e.} \quad \rho_H = \pi^2 \frac{\lambda_g}{\lambda_c} \left(\frac{\Delta_{a'}}{a} \right)^2 \quad (6)$$

$$\rho_E = \frac{7,8957 \times \Delta_{b'}^2}{\lambda_g b} = \frac{\pi^2}{1,25} \frac{b}{\lambda_g} \left(\frac{\Delta_{b'}}{b} \right)^2 \quad \text{i.e.} \quad \rho_E = \frac{\pi^2}{5} \frac{4b}{\lambda_g} \left(\frac{\Delta_{b'}}{b} \right)^2 \quad (7)$$

4.3 Determination of reflection coefficients

These may be determined either by use of equations (4) to (7) or by means of the graphs shown in figure 2 where the reflection coefficients are expressed as percentages.

For ρ_b the ordinate of figure 2 may be used directly as ρ_b is independent of frequency.

For ρ_a , ρ_H and ρ_E the ordinate takes into account the frequency of operation.

NOTES

- 1 For mid-band operation of a waveguide λ_c/λ_g approximates to unity and the ordinate gives the approximate mid-band values for ρ_a and ρ_H .
- 2 For waveguides with a 2:1 aspect ratio $\frac{\lambda_g}{4b} = \frac{\lambda_g}{\lambda_c}$ and the ordinate gives the approximate mid-band value of ρ_E .

4.4 Summary

Equation (2) has been accepted by the IEC for the determination of reflection loss (i.e. return loss) between two rectangular waveguide flanges in the IEC 154 series of flange standards. These standards contain tables of reflection loss based on the criterion that the maximum allowable displacement between waveguide flanges should not degrade the inherent return loss due to waveguide dimensional tolerances by more than 1 dB. This leads to a maximum value for $\Delta_{a'}$ of $0,0175a$ for a waveguide tolerance of $\pm a/500$. For the larger sizes of waveguide this gives a worst-case value of return loss of approximately 40 dB.

5 Excentrage angulaire entre brides de guides d'ondes

Pour une rotation de q° entre les brides de deux guides d'ondes rectangulaires identiques, de rapport 2:1, on peut utiliser l'expression approximative suivante pour déterminer la valeur du coefficient de réflexion en milieu de bande:

$$\rho_t = 0,5 \sin^2 q \quad (8)$$

où ρ_t est dû à l'effet de la susceptance inductive.

L'équation (8) peut être utilisée pour des valeurs de q jusqu'à 45° mais ρ_t varie avec le rapport dimensionnel et est aussi inversement proportionnel à la fréquence.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61580-9:1996