

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60169-1-1

Première édition
First edition
1987-03

Connecteurs pour fréquences radioélectriques

Première partie:

Prescriptions générales et méthodes de mesure

**Section un – Méthodes d'essai et de mesures
électriques: Facteur de réflexion**

Radio-frequency connectors

Part 1:

General requirements and measuring methods

**Section One – Electrical tests and measuring
procedures: Reflection factor**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60169-1-1: 1987

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (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 60000 series.

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60169-1-1

Première édition
First edition
1987-03

Connecteurs pour fréquences radioélectriques

**Première partie:
Prescriptions générales et méthodes de mesure
Section un – Méthodes d'essai et de mesures
électriques: Facteur de réflexion**

Radio-frequency connectors

**Part 1:
General requirements and measuring methods
Section One – Electrical tests and measuring
procedures: Reflection factor**

© IEC 1983 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Paragraphe	
14.1 Facteur de réflexion	6
14.1.1 Considérations générales	6
14.1.2 Méthodes de mesure usuelles	8
14.1.3 Méthode de mesure permettant la détection des erreurs	14
14.1.4 Procédure classique pour mesurer le facteur de réflexion	22
14.1.5 Méthode du réflectomètre en domaine temporel (RDT)	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Sub-clause	
14.1 Reflection factor	7
14.1.1 General considerations	7
14.1.2 Normal measuring methods	9
14.1.3 Measuring methods providing error recognition	15
14.1.4 Typical procedure for the measurement of reflection factor	23
14.1.5 Method of time-domain reflectometry (TDR)	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNECTEURS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure

Section un — Méthodes d'essai et de mesures électriques: Facteur de réflexion

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 46D: Connecteurs pour câbles pour fréquences radioélectriques, du Comité d'Etudes n° 46 de la CEI: Câbles, fils et guides d'ondes pour équipements de télécommunications.

Cette norme constitue la section un de la deuxième édition de la Publication 169-1 de la CEI et reprend le paragraphe 14.1: Coefficient de réflexion, complètement révisé, de la première édition (1965). Elle doit être lue conjointement avec la première partie (Publication 169-1).

Comme mentionné dans la préface de la deuxième édition de la Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure, cette nouvelle édition reprend la même disposition générale que la première édition, avec la même numérotation des articles en cause, afin de maintenir la numérotation d'articles compatible avec les parties existantes: les spécifications intermédiaires.

Par commodité, toutefois, certains articles ou paragraphes traitant de thèmes de normalisation récemment préparés ou complètement révisés sont édités sous forme de sections distinctes.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
46D(BC)78	46D(BC)89

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

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 169-1 (1987): Connecteurs pour fréquences radioélectriques, Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIO-FREQUENCY CONNECTORS**Part 1: General requirements and measuring methods****Section One — Electrical tests and measuring procedures: Reflection factor**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 46D: Connectors for R.F. Cables, of IEC Technical Committee No. 46: Cables, Wires and Waveguides for Telecommunication Equipment.

This standard forms Section One of the second edition of IEC Publication 169-1 and consists of the completely revised Sub-clause 14.1: Reflection factor, of the first edition (1965). It should be used in conjunction with Part 1 (Publication 169-1).

As mentioned in the preface to the second edition of Part 1: General Requirements and Measuring Methods, this new edition uses the same general lay-out as the first edition, with the same numbering of the subject clauses, in order to maintain compatibility with the clause numbering in the existing parts: the sectional specifications.

For convenience, however, some clauses or sub-clauses dealing with recently prepared or completely revised standardization subjects are issued in separate sections.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
46D(CO)78	46D(CO)89

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

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 169-1 (1987): Radio-Frequency Connectors, Part 1: General Requirements and Measuring Methods.

CONNECTEURS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure

Section un — Méthodes d'essai et de mesures électriques: Facteur de réflexion (Paragraphe 14.1 de la Publication 169-1 de la CEI)

14.1 Facteur de réflexion

14.1.1 Considérations générales

Le facteur de réflexion des connecteurs pour fréquences radioélectriques doit être mesuré avec le spécimen d'essai accouplé avec un connecteur d'essai normalisé. Des raccords doivent être accouplés à chaque extrémité avec des connecteurs d'essai normalisés.

La spécification correspondante pour un connecteur particulier doit aussi spécifier le connecteur d'essai normalisé approprié (connecteur de niveau 0) y appartenant. Une paire de connecteurs d'essai normalisés accouplés doit présenter une impédance caractéristique la plus uniforme dans les transitions avec les lignes de précision ou les câbles.

Les connecteurs pour câble doivent être raccordés à un câble approprié en accord avec les instructions du fabricant de connecteurs. Le câble employé doit avoir, de préférence, des tolérances serrées. L'utilisation éventuelle d'un câble simulé est autorisée.

Un réflectomètre en domaine temporel (RDT) doit être utilisé afin de tester l'homogénéité du montage de mesure pour localiser les défauts et examiner la précision de l'impédance caractéristique des sections de lignes coaxiales utilisées.

Le facteur de réflexion doit être exprimé comme une fonction de la fréquence. Les mesures doivent être le plus souvent faites en fréquence, de préférence en utilisant un générateur à balayage de fréquence (vobulateur). Mesurer en temps et convertir en fréquence peut convenir pour des fréquences allant jusqu'à environ 1 GHz et a particulièrement l'avantage de faciliter la séparation des réflexions provenant du connecteur en essai des autres réflexions du système. Cela est plus difficile à atteindre quand on mesure en fréquence, en particulier aux basses fréquences.

Si l'on utilise la technique de fréquences fixes, à la place d'un vobulateur, des incréments de fréquence suffisamment petits doivent être choisis. Cette technique ne se prête pas aisément à la méthode de la détection des erreurs, à moins que le générateur (qui, normalement, est contrôlé automatiquement) permette de très petits incréments.

Des exemples d'équipements appropriés pour mesurer le facteur de réflexion en fonction de la fréquence comportent des ponts réflectomètres, des coupleurs directifs et des lignes à fente. Les bancs de mesure utilisant ces éléments sans dispositifs spéciaux de reconnaissance des erreurs provenant des différents défauts sont généralement valables seulement pour des facteurs de réflexion supérieurs à 0,05 (en considérant que l'erreur de mesure ne doit pas en principe être supérieure à 10% de la grandeur mesurée).

Pour mesurer des connecteurs ayant un facteur de réflexion imposé inférieur à 0,05, il sera en général nécessaire d'utiliser un système permettant la reconnaissance des contributions aux erreurs de mesure et permettant ainsi l'évaluation de la réflexion recherchée.

Il y a des systèmes de mesure automatique contrôlés par ordinateur qui comprennent des moyens de correction d'erreurs réduisant l'incertitude de la mesure du facteur de réflexion de sorte que d'autres méthodes de détection ne sont pas nécessaires.

RADIO-FREQUENCY CONNECTORS

Part 1: General requirements and measuring methods

Section One — Electrical tests and measuring procedures: Reflection factor (Sub-clause 14.1 of IEC Publication 169-1)

14.1 *Reflection factor*

14.1.1 *General considerations*

The reflection factor of r.f. connectors shall be measured with the test specimen mated with a standard test connector. Adaptors shall be mated with standard test connectors on both sides.

The relevant specification for a particular connector shall also specify the pertinent standard test connector (connector of Grade 0). Mated pairs of standard test connectors shall exhibit closest uniformity of characteristic impedance throughout the pair inclusive of the transitions to precision lines or cables.

Cable connectors shall be attached to an appropriate cable in accordance with the instructions supplied by the connector manufacturer. The cable to be used shall preferably be of the close tolerance type. Alternatively the use of a cable simulator is permitted.

Time-domain reflectometry (TDR) shall be used to check the homogeneity of the measuring set-up, to localize imperfections and to examine the accuracy of the characteristic impedance of the sections of coaxial lines used.

The reflection factor shall be expressed as a function of frequency. Measurements shall usually be made in the frequency domain, preferably by using a swept-frequency generator. Measuring in the time domain and converting to frequency domain may be suitable up to frequencies of approximately 1 GHz and has the particular advantage of permitting the separation of reflections arising from the connector under test from other reflections in the system. This is more difficult to achieve, in particular at low frequencies, when measuring in the frequency domain.

If spot frequency, as distinguished from sweep-frequency, techniques are used, appropriately small frequency increments shall be employed. Spot-frequency techniques are not satisfactory for error recognition methods, unless the generator (normally automatically controlled) permits very small increments of frequency.

Examples of appropriate equipment for measuring the reflection factor as a function of frequency include radio-frequency bridges, directional couplers and slotted lines. Measuring set-ups using this equipment without special provisions for recognition of errors originating from different defects are, in general, only satisfactory for reflection factors greater than 0.05 (considering that the measuring uncertainty should not be greater than 10% of the quantity measured).

For testing connectors with specified reflection factor limits lower than 0.05 the use of a set-up permitting the recognition of error contributions, and thus permitting the evaluation of the relevant reflection, will in general be necessary.

There are some computer controlled automated measurement systems having enhancement routines with error correction models that reduce the measurement uncertainty in reflection factor to the point where further recognition methods are not required.

14.1.2 Méthodes de mesure usuelles

14.1.2.1 Système de mesure ordinaire

La figure 1 représente un montage simple utilisant soit un pont, soit un coupleur directif ou une ligne à fente, avec lequel une reconnaissance des erreurs provenant de différentes sources n'est normalement pas possible. Sur cette figure, les points principaux d'où les réflexions peuvent provenir sont repérés par B, C et D, respectivement avec leurs facteurs de réflexion propres r_b , r_c et r_d . Le facteur de réflexion dû au connecteur en essai est r_x .

L'erreur r_b mesurée à la porte de mesure ne représente pas seulement la réflexion à ce point mais inclut également les erreurs résiduelles du pont, du coupleur ou de la ligne à fente.

Puisque les phases de toutes les ondes réfléchies dépendent des longueurs électriques entre leur localisation et par conséquent de la fréquence, leurs contributions au facteur de réflexion total apparent sont aléatoires. La valeur moyenne effective de la somme est donc obtenue par la racine de la somme des carrés des contributions:

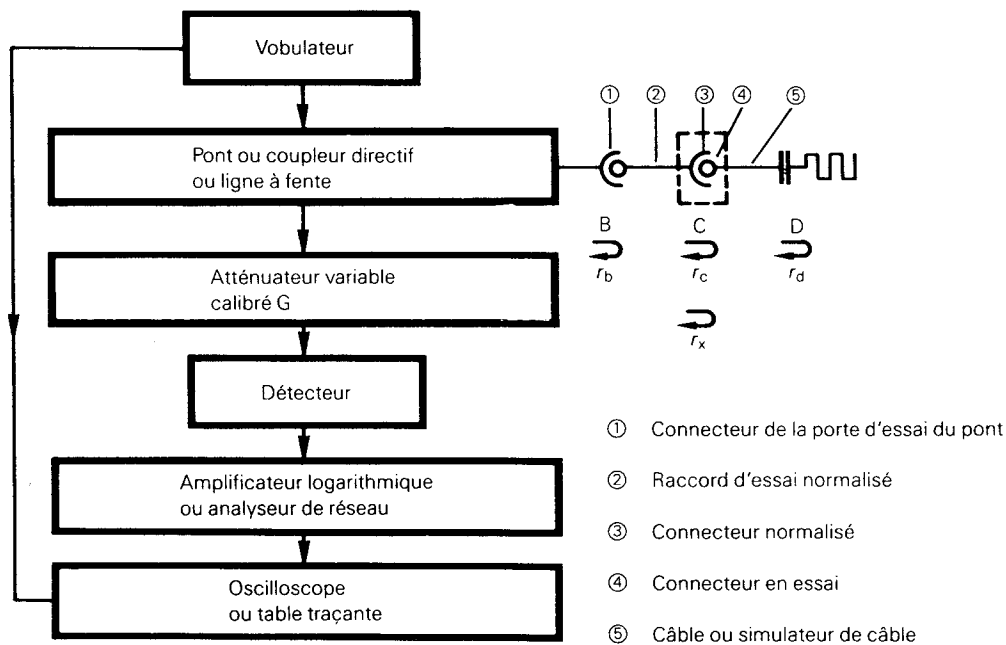
$$r_{\text{total}} = \sqrt{r_x^2 + (r_b^2 + r_c^2 + r_d^2)}$$

Comme exemple, choisissons les valeurs typiques: $r_b = 0,018$, $r_c = r_d = 0,01$ et supposons que $r_x = 0,05$, cela nous donne:

$$\frac{r_{\text{total}}}{r_x} = 1,1$$

Cela représente une incertitude de 10%. Des valeurs individuelles à des fréquences particulières peuvent, bien sûr, être affectées par des erreurs beaucoup plus grandes mais aussi plus petites.

Bien qu'un vobulateur soit représenté sur la figure 1, il n'est pas prévu d'exclure l'utilisation de techniques en fréquence fixe, en tenant compte cependant de l'avertissement formulé au paragraphe 14.1.1.



061/87

FIG. 1. — Méthode du pont, du coupleur ou de la ligne à fente sans reconnaissance des défauts.

14.1.2 Normal measuring methods

14.1.2.1 Ordinary measuring set-up

Figure 1 shows a simple set-up, using either a bridge, a directional coupler or a slotted line, with which the recognition of errors from different sources is not normally possible. In this figure, the principle locations where reflections may occur are marked with B, C and D, together with the associated reflection factors r_b , r_c and r_d . The reflection factor due to the connector under test is r_x .

The measuring port error r_b represents not only the reflection at that location but incorporates also bridge, coupler or slotted line residual errors.

Since the phases of the several reflected waves depend on the electrical lengths between the locations and, therefore, on the frequency, their contributions to the apparent total reflection factor are random. The root mean square value obtained, therefore, is:

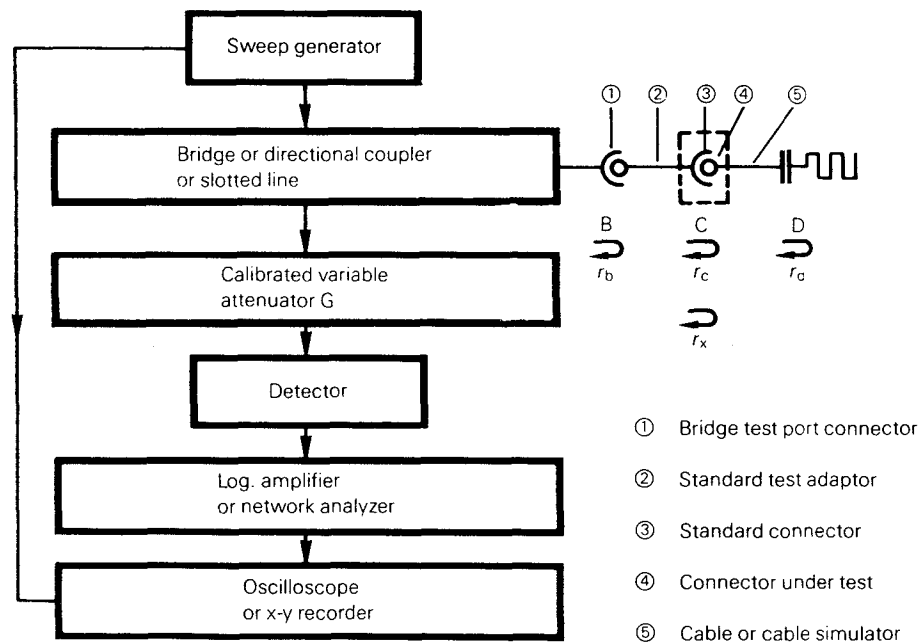
$$r_{\text{total}} = \sqrt{r_x^2 + (r_b^2 + r_c^2 + r_d^2)}$$

As an example, typical values may be: $r_b = 0.018$, $r_c = r_d = 0.01$. Assuming $r_x = 0.05$ this leads to:

$$\frac{r_{\text{total}}}{r_x} = 1.1$$

This represents an inaccuracy of 10%. Single values at individual frequencies may, of course, be affected by much greater or smaller errors.

Although a swept-frequency generator is indicated in Figure 1 this is not intended to preclude the use of spot-frequency techniques, taking into due account the warning expressed in Sub-clause 14.1.1.



061/87

FIG. 1. — Bridge, coupler or slotted line method without error recognition.