

**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 1er 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**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

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
Paragrapes	
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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60169-1-1:1987

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60169-1-1:1987

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:

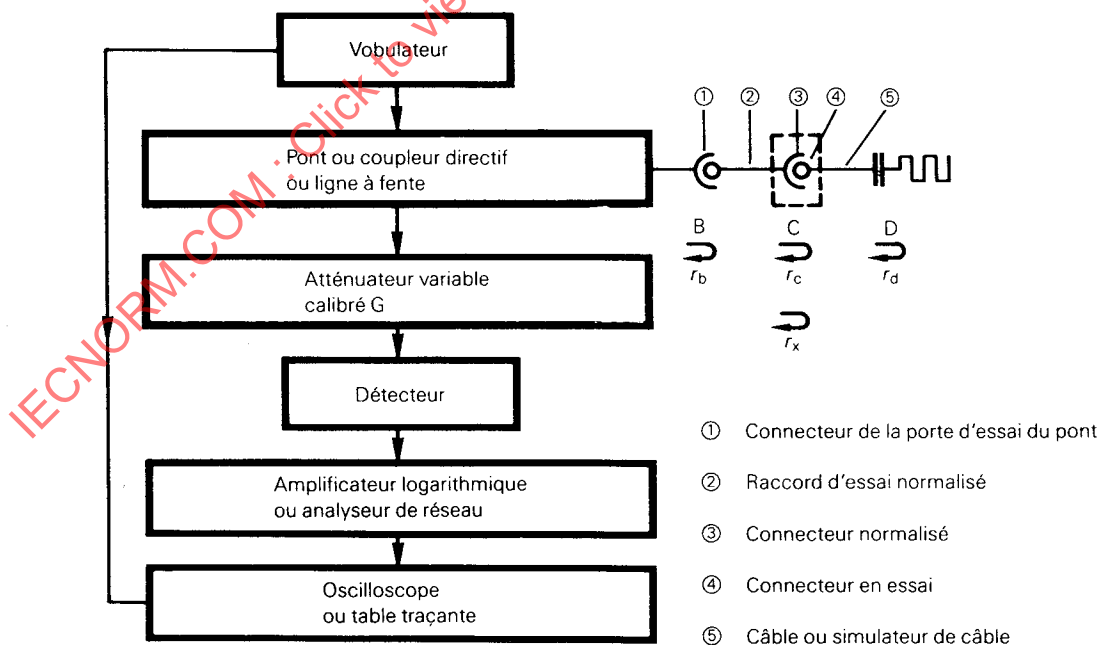
$$r_{\text{total}} = \sqrt{r_x^2 + (r_b^2 + r_c^2 + r_d^2)}$$

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:

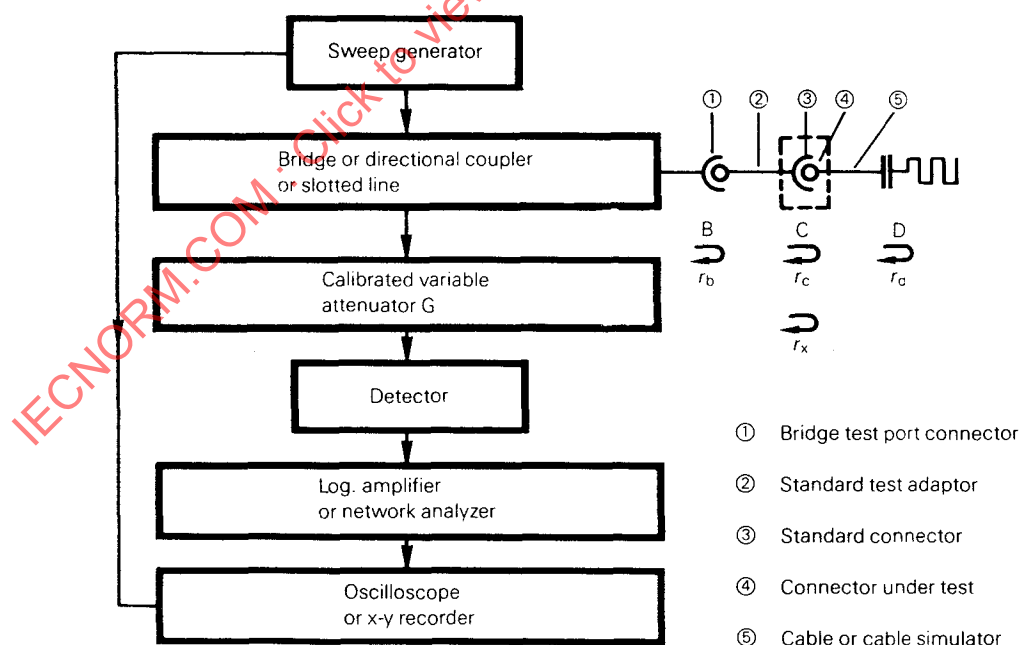
$$r_{\text{total}} = \sqrt{r_x^2 + (r_b^2 + r_c^2 + r_d^2)}$$

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.

14.1.2.2 Méthode des deux connecteurs

Une méthode spéciale, dite méthode des deux connecteurs, utilise deux spécimens d'essai autant que possible identiques montés dos à dos aux extrémités d'une section de câble bien adapté. Bien que cette méthode ne permette pas la reconnaissance des erreurs, elle permet de juger avec une bonne probabilité la présence de perturbations appréciables.

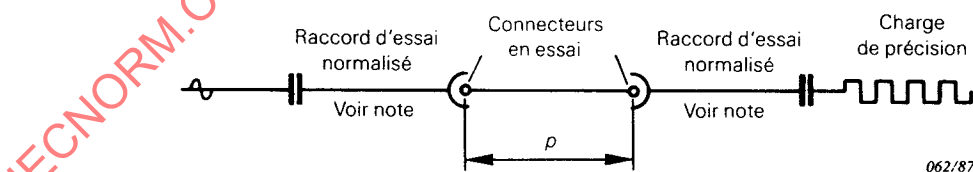
La méthode est illustrée par la figure 2. Elle utilise le phénomène qui veut que pour deux spécimens d'essai identiques qui ont aussi des facteurs de réflexion égaux en fonction de la fréquence, les réflexions des deux connecteurs s'annulent chaque fois que la distance p entre eux correspond à un nombre impair de quarts d'onde et elles s'additionnent numériquement pour doubler leur valeur individuelle si p est égal à un nombre pair de quarts d'onde dans la section connectée p . L'annulation totale est un critère pratiquement sûr pour les deux réflexions d'avoir la même valeur et également de l'absence de réflexions parasites dans le système.

En pratique, les pertes dans la section p du câble rendent impossible que les ondes réfléchies résultant de facteurs de réflexion égaux provoquent une annulation complète aux nœuds. Des réflexions inégales aux deux connecteurs se manifestent en des minima différents quand on inverse le montage des connecteurs. En général, des valeurs basses des maxima (facteur de réflexion bas) combinées avec des valeurs minimales ne changeant pas lors de l'inversion du montage des connecteurs témoignent d'une situation acceptable. Par contre, des valeurs maximales correspondant à un facteur de réflexion supérieur aux données spécifiées, ou une variation considérable des valeurs minimales causée par l'inversion du montage exigent que les connecteurs de même que la section de câble soient inspectés avant de poursuivre les essais.

Le câblage des connecteurs doit être effectué soit avec un câble prescrit de performance vérifiée, soit avec un simulateur de câble adapté. Il ne doit pas être plus long que nécessaire par rapport à la plus basse fréquence à laquelle le facteur de réflexion est à mesurer. Plusieurs longueurs p peuvent être conseillées pour une large bande de fréquences et aussi si les résultats sont exigés à des fréquences non couvertes par les séries (d'antinœuds) d'ondulation.

Pour s'assurer de la précision du montage, il est recommandé de répéter les mesures après avoir retourné l'assemblage des connecteurs mesurés entre les connecteurs d'essai normalisés.

La méthode des deux connecteurs peut être utilisée avec un pont, un coupleur directif ou une ligne à fente. Dans ce qui suit, cette dernière possibilité est décrite en détail.



Note. — Au lieu d'utiliser des raccords d'essai normalisés, les connecteurs d'essai normalisés peuvent faire partie de la sortie du générateur et de la charge de précision.

FIG. 2. — Méthode de mesure pour deux connecteurs.

La figure 3 représente l'enregistrement de la tension d'une ligne à fente, de préférence en échelle logarithmique graduée en décibels, en fonction de la fréquence avec la position de la sonde comme paramètre (la sonde est simplement déplacée d'une valeur appropriée après

14.1.2.2 Two connector procedure

A special procedure, called the two connector procedure, uses as test set-up two, as far as possible identical, test specimens interconnected back to back by a section of cable previously selected for accuracy and uniformity of characteristic impedance. While not permitting the recognition of errors, this procedure allows identification with good probability whether appreciable disturbances are present.

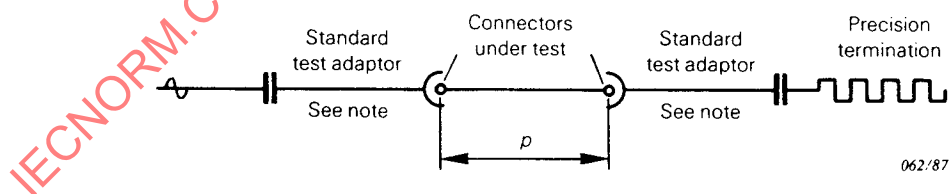
The procedure is illustrated by Figure 2. It makes use of the phenomena that for two identical test specimens, which have also equal reflection factors as a function of frequency, the reflections from the two connectors cancel each other each time the distance p between them corresponds to an odd number of quarter wavelengths, and they add numerically to double their individual value if p equals an even number of quarter wavelengths of the wave in the interconnecting section p . Complete cancellation is a fairly reliable criterion for both the exact equality of the reflections from the two connectors and the absence of spurious reflections in the system.

In practical applications, the loss in the cable section p prevents the backward waves, resulting from equal reflection factors, from producing complete cancellation at the nodes. Unequal reflections manifest themselves as unequal minima when the connector assembly is reversed. In general, low maximum values (low reflection factor) with minimum values that do not change with reversal of the assembly, are acceptable. However, maximum values corresponding to reflection factors in excess of specified data, or considerable change in minimum values when the assembly is reversed should result in both connectors and cable being inspected before further tests are resumed.

The interconnecting cable of the connectors shall consist either of a prescribed cable of verified performance or an adequate cable simulator. The cable shall be no longer than is necessary with regard to the lowest frequency at which the reflection factor is to be measured. Several lengths p may be advisable for a wide frequency range and also if results are required at frequencies not covered by the series of anti-nodes.

As a check of the accuracy of the system, it is recommended to repeat the measurements with the connector assembly reversed between the standard test connectors.

The two connector procedure may be used in conjunction with bridge, directional coupler or slotted line measuring methods. In the following, the latter method is described in some detail.



Note. — Instead of using standard test adaptors, standard test connectors may be directly used on the generator port and the precision termination.

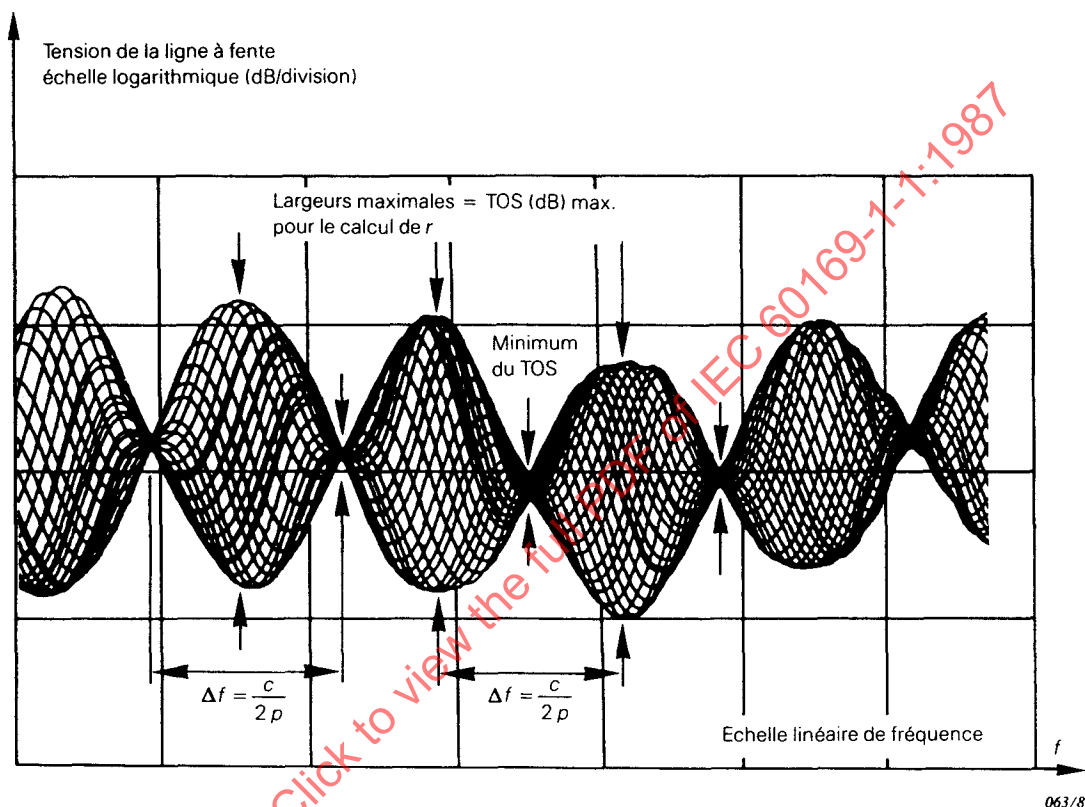
FIG. 2. — Measuring set-up for two connector procedure.

Figure 3 shows the x-y-plot of the voltage on the slotted line, preferably using a logarithmic scale graded in decibels, as a function of frequency with the probe position as a parameter (the probe is simply moved by an appropriate amount after each frequency sweep). The display of

chaque balayage de fréquence). La disposition des courbes permet d'en dessiner facilement les enveloppes. Ainsi, les largeurs minimales entre les enveloppes peuvent être relevées. Les largeurs maximales entre les enveloppes correspondent au taux d'onde stationnaire (TOS) à partir duquel le facteur de réflexion à ces fréquences particulières est dérivé.

La valeur numérique du facteur de réflexion r correspondant au maximum est porté dans la formule:

$$\text{pour le connecteur individuel: } r = \frac{1 \text{ TOS} - 1}{2 \text{ TOS} + 1}$$



063/87

c = vitesse de propagation des ondes dans la section p

FIG. 3. — Tension sur une ligne à fente en fonction de la fréquence avec la position de la sonde comme paramètre.

the curves permits the envelopes to be drawn. Thus, the minimum widths of the display may be judged. The maximum widths of the envelope correspond to the voltage standing wave ratio (VSWR) from which the reflection factor at the particular frequency is derived.

The numerical value of the reflection factor r corresponding to the maximum is given by the formula:

$$\text{for a single connector: } r = \frac{1}{2} \frac{\text{VSWR} - 1}{\text{VSWR} + 1}$$

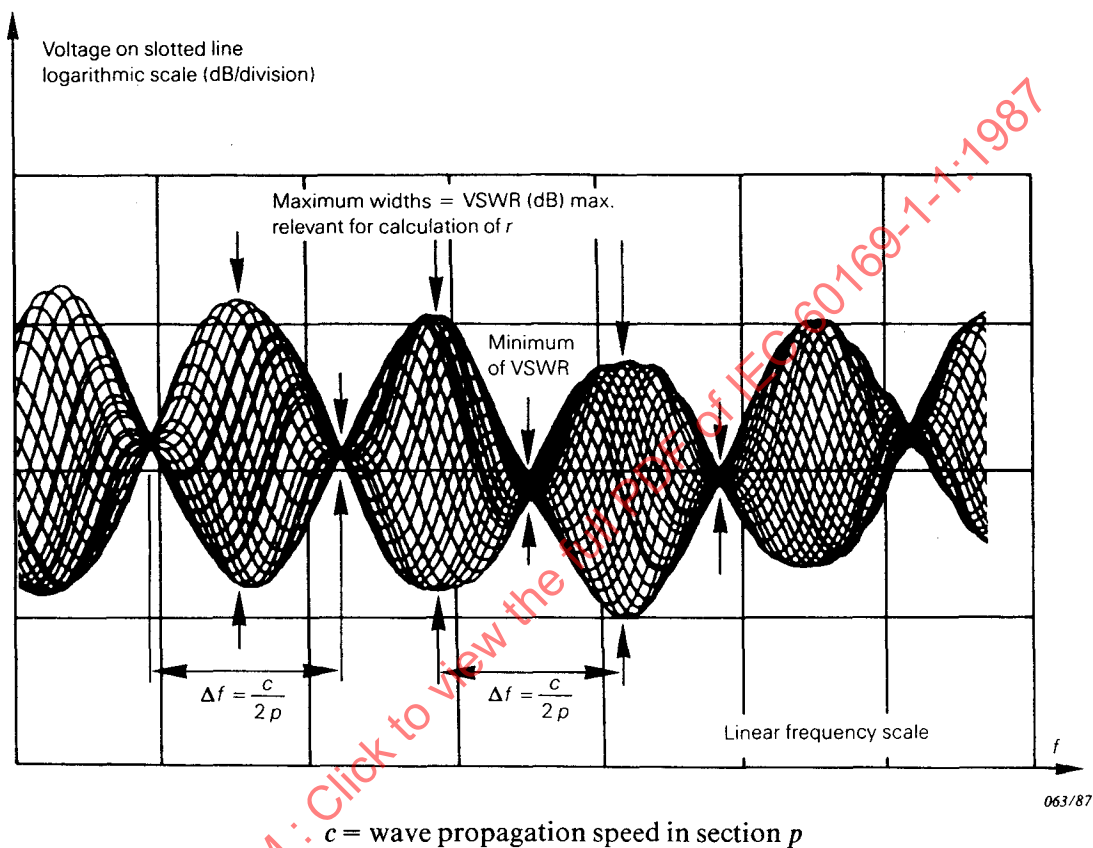


FIG.3. — Voltage on slotted line as a function of frequency with probe position as parameter.

14.1.3 Méthode de mesure permettant la reconnaissance des erreurs

14.1.3.1 Utilisation d'un pont

Afin de pouvoir détecter les erreurs, deux modifications sont apportées à la méthode de mesure normale de la figure 1, page 8. Elles impliquent d'avoir des longueurs de ligne adéquates de la porte B du pont au connecteur d'essai normalisé en C, et du connecteur en essai en C à la charge adaptée en D. En outre, la charge placée à la porte de référence A du pont a une valeur telle que, en supposant que la porte d'essai soit terminée par son impédance caractéristique nominale exacte, un facteur de réflexion connu r_b par exemple de 0,1 (pertes réfléchies 20 dB) puisse en résulter. Le montage est représenté à la figure 4. Il convient que la longueur l_2 soit égale à au moins cinq fois la longueur l_1 .

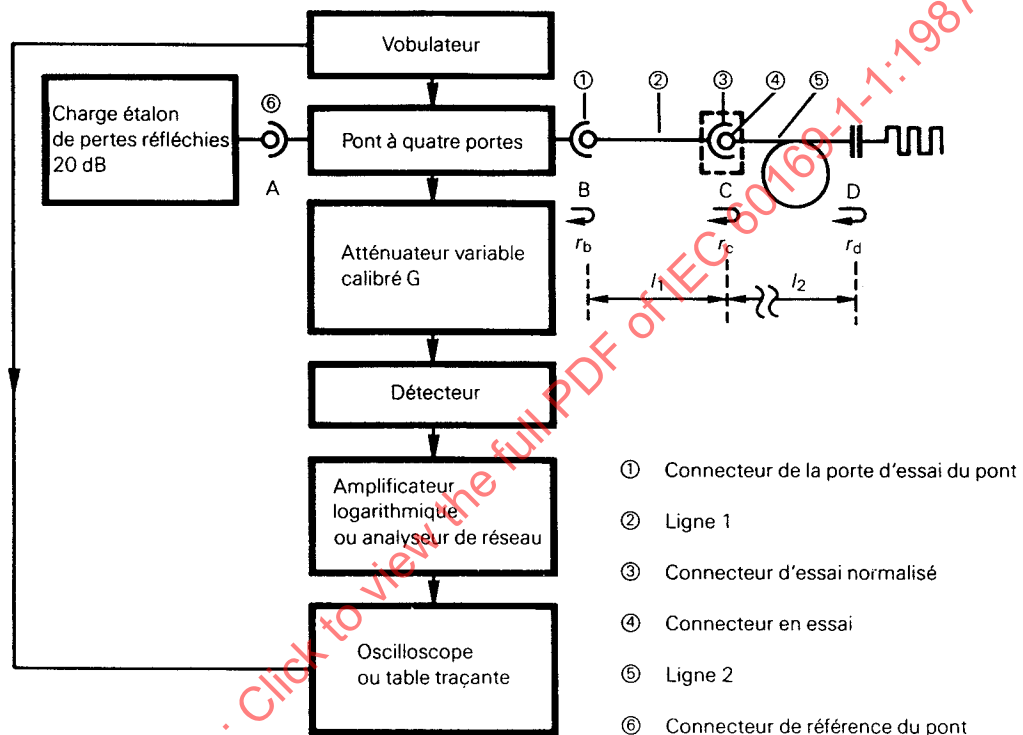


FIG. 4. — Méthode du pont avec reconnaissance des erreurs.

064/87

Les mesures aboutissent à un diagramme du facteur de réflexion total (résultant) en fonction de la fréquence, illustré par la figure 5. Au point B, l'addition des valeurs complexes (phases), représentant les facteurs de réflexion, a pour valeur:

$$\underline{r}_{\text{tot}} = \underline{r}_b + \underline{r}_c + \underline{r}_d$$

où:

$\underline{r}_b$ est dû à la désadaptation voulue et connue du pont à la porte B; $\underline{r}_b$ étant à peu près constant en amplitude. De légères déviations sont dues aux défauts internes du pont et à l'influence des longueurs finies des lignes reliant les éléments du pont à la porte d'essai B d'un côté et à la porte de référence A de l'autre

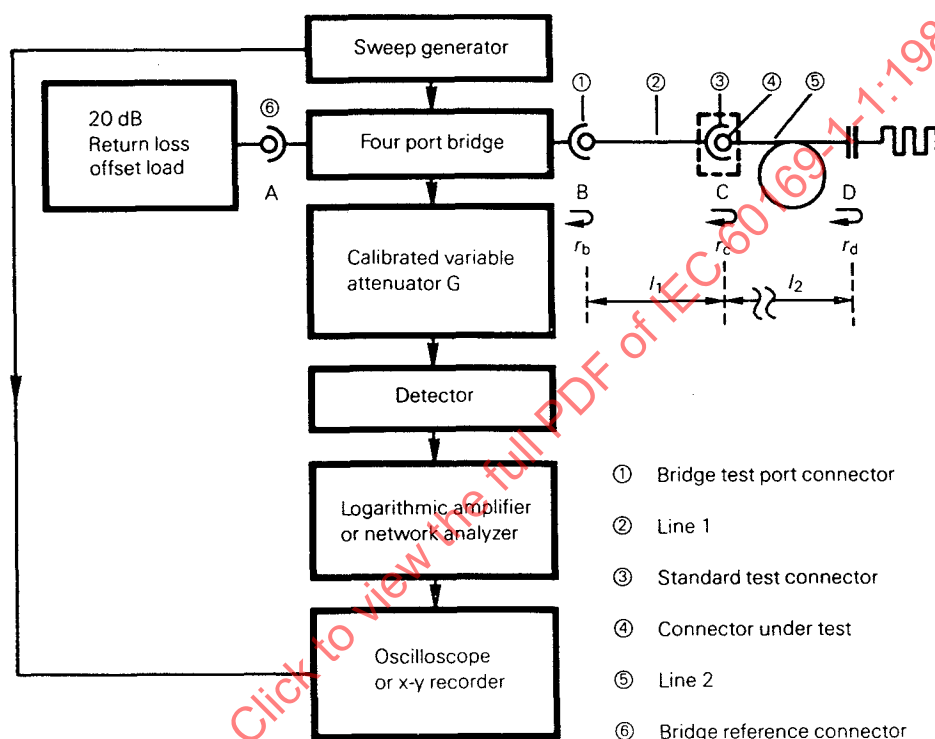
$\underline{r}_c$ comprend le facteur de réflexion $\underline{r}_x$ du connecteur en essai et celui du connecteur d'essai normalisé. Par sa rotation relative, par rapport à la valeur complexe $\underline{r}_b$, il crée l'ondulation E, représentée dans les figures 5 et 6b, pages 16 et 18

$\underline{r}_d$ est la réflexion de la charge à l'extrémité de la ligne 2 et est responsable de l'ondulation F qui est cinq fois plus rapide que l'ondulation E si les longueurs électriques correspondent exactement à $l_2 = 5 l_1$

14.1.3 Measuring methods providing error recognition

14.1.3.1 Using a bridge

In order to achieve the possibility of error recognition, two modifications are applied to the normal measuring set-up in Figure 1, page 9. These include providing adequate lengths of the lines from the bridge port B to the test assembly at C, and from the test assembly to the matched load at D. Furthermore, the termination at the reference port A of the bridge is given a value such that, assuming the test port is terminated by the exact nominal characteristic impedance, a known reflection factor r_b of, for example, 0.1 (return loss 20 dB) would result. The set-up is shown in Figure 4. The length l_2 should be made at least five times l_1 .



064/87

FIG. 4. — Bridge method with error recognition.

This method produces a plot of the total (resulting) reflection factor as a function of frequency illustrated in Figure 5. At point B, the summation of the three complexors (phasors), representing the reflection factors, is given by:

$$\underline{r}_{\text{tot}} = \underline{r}_b + \underline{r}_c + \underline{r}_d$$

where:

$\underline{r}_b$ is due to the intentional and known mismatch of the bridge at the port B and is more or less constant in amplitude. Slight deviations are caused by internal bridge errors and by the influence of non-zero linelengths between the bridge-elements and the test and reference ports B and A

$\underline{r}_c$ includes the reflection factor $\underline{r}_x$ of the connector under test and that of the standard test connector. By its rotation relative to the complexor $\underline{r}_b$ it causes the ripple E, as shown in Figures 5 and 6b, pages 17 and 19

$\underline{r}_d$ is the reflection of the termination at the end of line 2 and is responsible for the ripple F which is five times faster than the ripple E if the electrical lengths correspond exactly to $l_2 = 5 l_1$

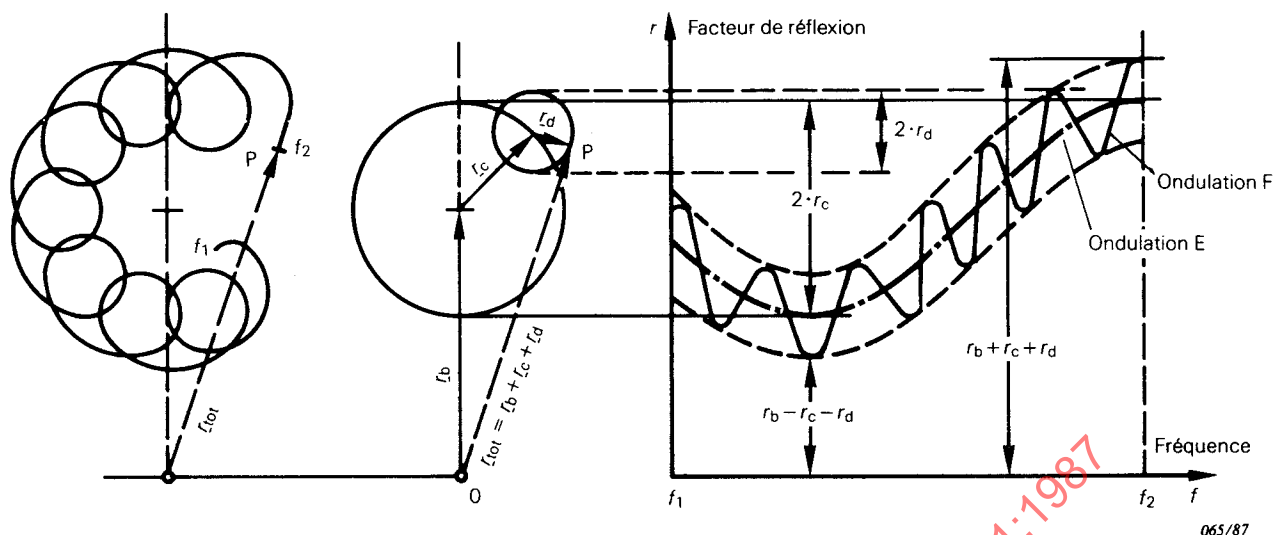


FIG. 5. — Diagramme complexe (phase) selon le montage de la figure 4, page 14.

En détection logarithmique, la représentation de la courbe sur une table traçante montrera, en ordonnées, les pertes réfléchies en décibels et, en abscisse, la fréquence. Un exemple est représenté par la figure 6a. La conversion en facteur de réflexion peut être faite par l'usage d'une échelle superposée telle que celle qui est représentée sur la droite de la figure 6a, ou par d'autres moyens appropriés. L'extraction de r_c (r_x) est faite par calcul, pour lequel les figures 6b et 6c, page 18, sont données comme exemple.

Le facteur de réflexion étalon r_b doit être plus grand que la somme $r_c + r_d$ afin d'éviter les ambiguïtés de la courbe de la réflexion totale.

Il convient que la bande de fréquence balayée et les longueurs électriques des deux lignes soient choisies de telle manière qu'il y ait un nombre suffisant d'ondulations pour déterminer la courbe du facteur de réflexion. Avec une ligne dans l'air l_1 de 200 mm entre la porte d'essai du pont en B et le connecteur d'essai normalisé en C, une ondulation (E) de r_c correspond à une variation de 750 MHz sur l'axe des fréquences du diagramme.

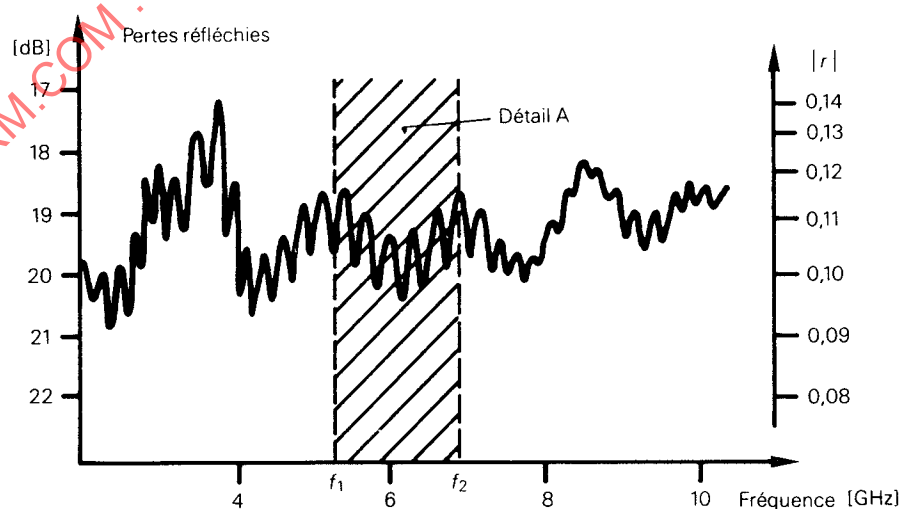


FIG. 6a. — Mesure des pertes réfléchies, exemple selon le montage de la figure 4.

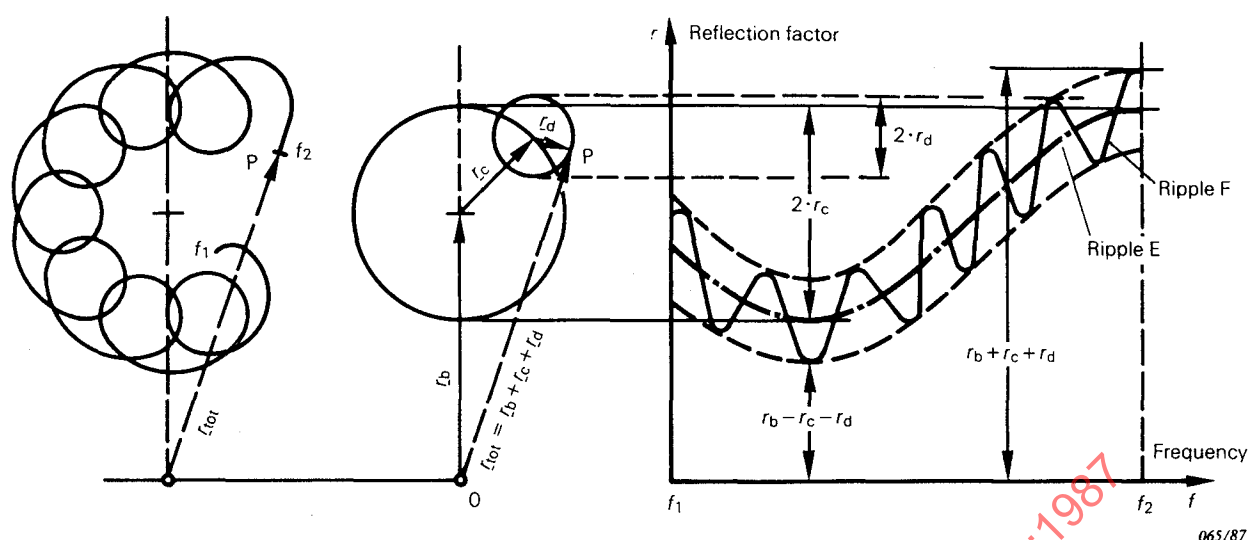


FIG. 5. — Complexor (phasor) chart according to the set-up in Figure 4, page 15.

When using logarithmic detection, the display of the curve on an x-y-plotter will show the resulting return loss in decibels as ordinate, frequency as abscissa. An example is represented in Figure 6a. The conversion into reflection factor may be carried out by using an overlay scale as shown on the right of Figure 6a, or by other suitable means. The extraction of r_c (r_x) is done by calculation, for which Figures 6b and 6c, page 19, are given as guidance.

The offset reflection factor r_b must be greater than the sum $r_c + r_d$ to prevent ambiguity of the total reflection curve.

The swept-frequency range and the electrical lengths of both lines should be chosen such that there is a sufficient number of ripples to determine the reflection factor curve. With a 200 mm air line l_1 between bridge test port at B and the standard test connector at C, one r_c -ripple (E) period corresponds to a 750 MHz variation in the frequency axis of the display.

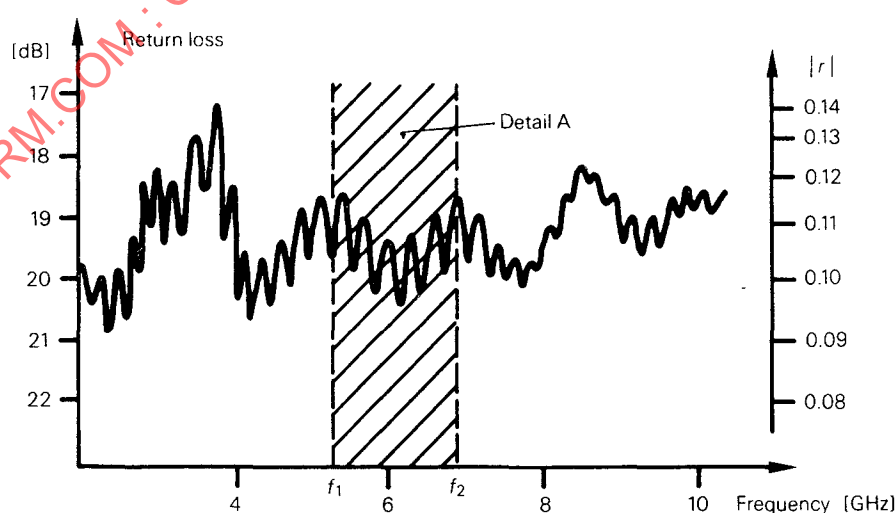
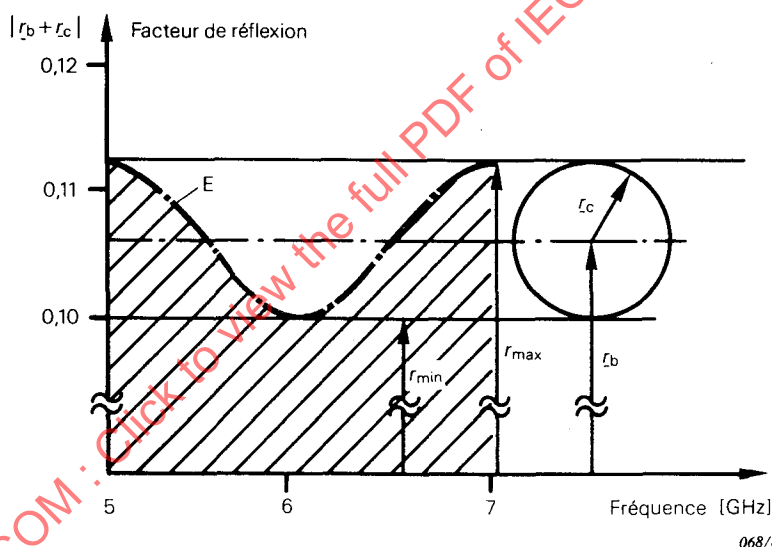
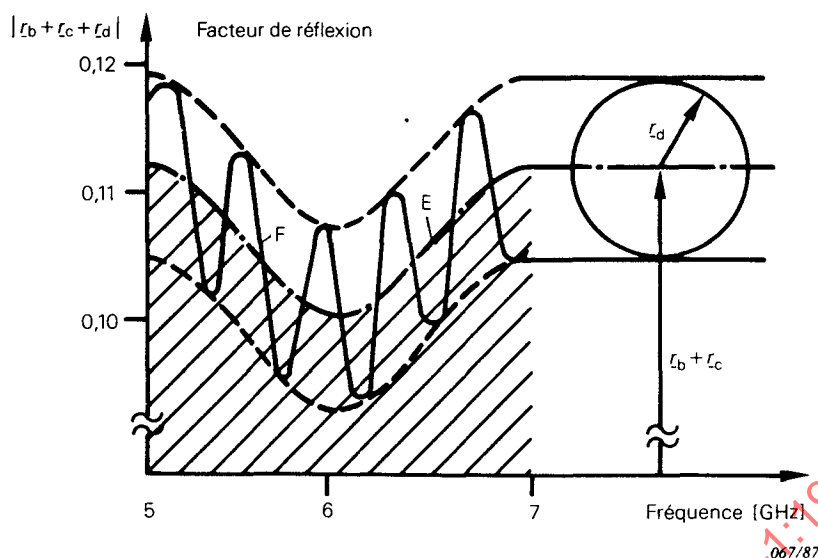


FIG. 6a. — Return loss measurement, example according to the set-up in Figure 4.



14.1.3.2 Utilisation d'un coupleur directif

Lorsqu'on utilise un coupleur directif à la place du pont, la ligne l_1 (de B à C) doit être remplacée par une discontinuité d'impédance à large bande fonctionnant comme un élément de réflexion et de transmission partielles de faibles pertes, constitué d'une ligne coaxiale partiellement remplie de mousse diélectrique de faibles pertes, comme représenté à la figure 7, page 20, avec une discontinuité brusque en B: $r_{\text{étalon}} \approx 0,1$ (≈ 20 dB de pertes réfléchies), adaptée à Z_0 à sa sortie.

La procédure de mesure est identique à celle qui est décrite au paragraphe 14.1.3.1 pour la méthode du pont avec reconnaissance des erreurs.

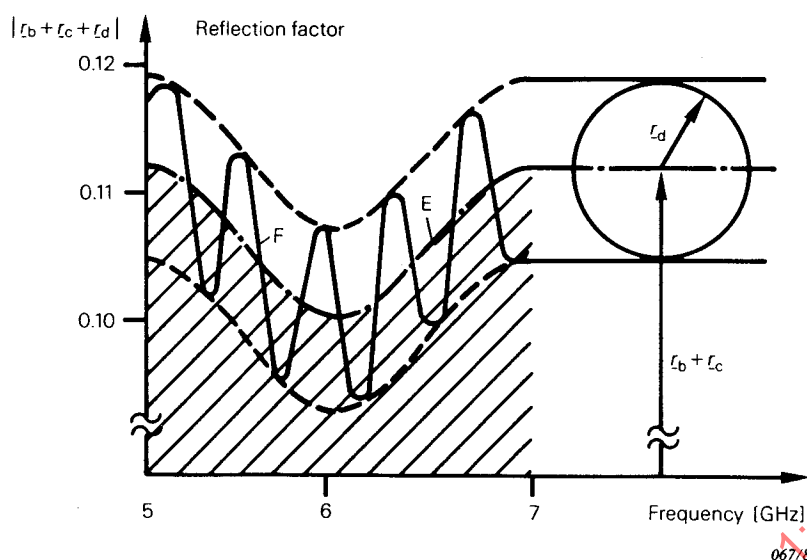


FIG. 6b. — Detail A, converted to reflection factor. Elimination of r_d by averaging out F. Ordinate values of shaded area correspond to the sum $|r_b + r_c|$.

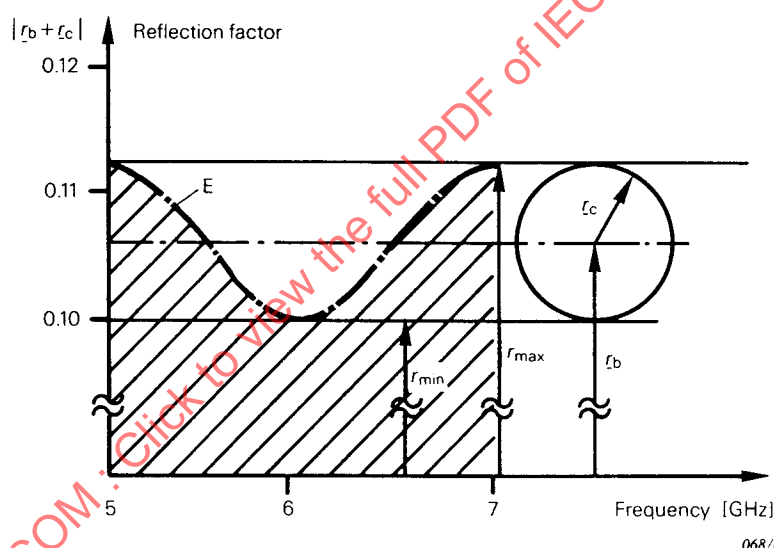


FIG. 6c. — Extraction of r_c (ripple E) by dividing the difference $r_{\max} - r_{\min}$ by 2. r_c is the reflection factor of the connector under test (including the reflection of the standard test connector at C in Figure 4, page 15).

14.1.3.2 Using a directional coupler

When using a directional coupler instead of a bridge, the line l_1 (from B to C) shall be replaced by a broadband impedance discontinuity acting as a low loss partial reflection and transmission element. This takes the form of a coaxial line partially filled with low loss dielectric foam as shown in Figure 7, page 21, with a sharp discontinuity at B: $r_{\text{offset}} \approx 0.1$ (≈ 20 dB return loss), matched to Z_0 at its output.

The measuring process is similar to that described under Sub-clause 14.1.3.1 for the bridge method with error recognition.

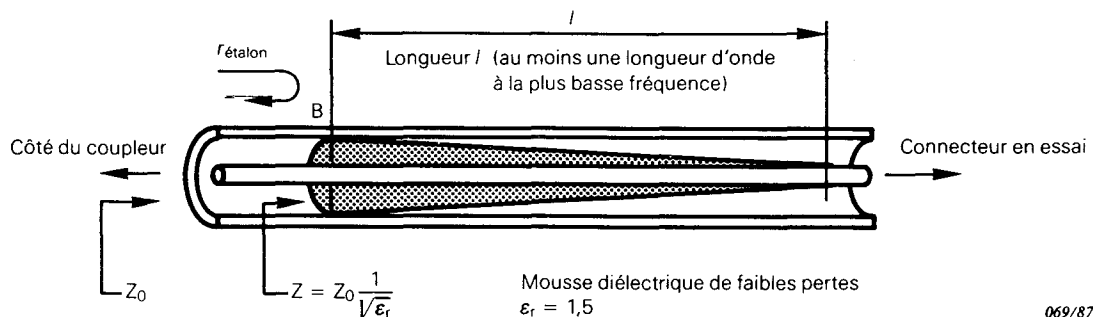


FIG. 7. — Discontinuité d'impédance à large bande fonctionnant comme un élément de réflexion et de transmission partielles de faibles pertes.

14.1.3.3 Méthode alternative pour cas spéciaux

Si le connecteur à l'extrémité de la ligne l_1 , en C, est le connecteur en essai, la ligne l_2 pourra être remplacée par une charge coulissante. Les variations périodiques de la position de l'élément absorbant de la charge (d'au moins une demi-longueur d'onde) pendant le déroulement lent du balayage simule l'effet de longue ligne caractéristique de la ligne l_2 , et se traduit par une ondulation équivalente F comme sur la figure 6a, page 16.

Note. — Les réflexions résonnantes peuvent être détectées en employant n'importe laquelle des trois méthodes décrites auparavant. De telles réflexions engendrent des irrégularités abruptes dans la courbe de réflexion totale.

14.1.3.4 Remarques sur les erreurs restantes

Il existe quelques erreurs restantes qui ne sont pas éliminées par les méthodes décrites:

- les erreurs créées par les écarts de l'impédance caractéristique des lignes coaxiales. Elles peuvent être minimisées par la sélection de lignes d'impédance correcte au moyen d'un réflectomètre en domaine temporel;
- les erreurs de calibration de l'atténuateur G, représenté dans les figures 1 et 4, pages 8 et 14;
- les erreurs des connecteurs d'essai normalisés. Elles peuvent être diminuées en fabriquant un connecteur d'essai normalisé faisant partie d'une ligne à air de précision ayant le même diamètre;
- l'influence de l'affaiblissement de la ligne à air l_1 entre B et C sur la valeur r_c du facteur de réflexion mesuré. Si cet affaiblissement n'est pas négligeable, doubler sa valeur (en décibels) pour la soustraire des pertes réfléchies avant de calculer le vrai facteur de réflexion r_c .

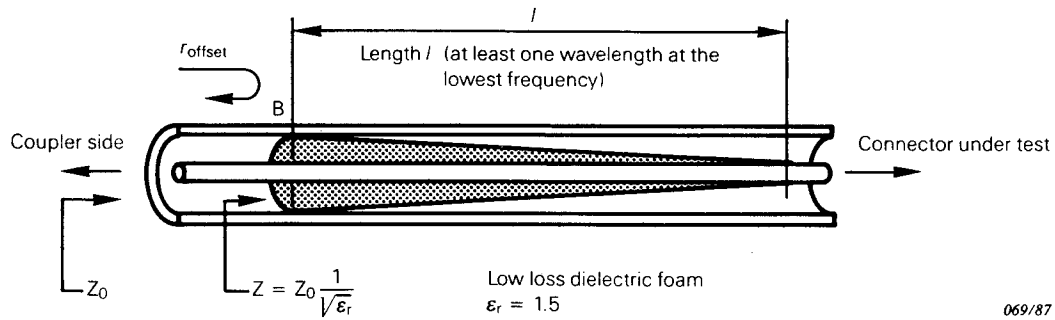


FIG. 7. — Broadband impedance discontinuity acting as a low loss partial reflection and transmission element.

14.1.3.3 Alternative set-up for special purposes

If the connector at the end of line l_1 at C is the test specimen to be measured, line l_2 can be replaced by an absorptive sliding termination. Periodic variation of the load element position (at least by one-half wavelength) during the slow sweep action simulates the long line effect of the line l_2 and results in an equivalent ripple F as in Figure 6a, page 17.

Note. — Resonance reflections can be detected when using any of the three procedures described above. Such reflections create sharp irregularities in the reflection sum curve.

14.1.3.4 Remarks on remaining errors

There are a few remaining errors not eliminated by the procedure described:

- error caused by deviations of characteristic impedance of coaxial lines. This error can be minimized by selecting the correct impedance using time-domain reflectometry;
- error of calibration attenuator G, shown in Figures 1 and 4, pages 9 and 15;
- standard test connector error. This may be minimized by making the standard test connector a part of a precision air line having the same diameter;
- influence of air line l_1 attenuation between B and C on the reflection factor value r_c measured. If this attenuation is not negligible, twice its value (in decibels) has to be subtracted from the return loss before computing the true reflection factor r_c .

14.1.4 Procédure classique pour mesurer le facteur de réflexion

Symboles graphiques:

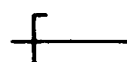
	= réflectomètre en domaine temporel — mesure en temps		= connecteurs mâle et femelle accouplés
	= voltmètre — mesure en fréquence		= pas nécessairement des connecteurs parfaitement adaptés
	= connecteurs de précision hermaphrodites accouplés		= charge de précision

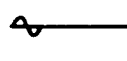
14.1.4.1 Mise en œuvre et vérification de l'équipement, sélection des éléments et lignes appropriés pour l'utilisation pendant les mesures ultérieures

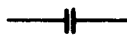
Objet	Méthode d'essai	Observations
Sélection et vérification de la ligne de référence par comparaison avec une ligne à air normalisée		
Sélection et vérification d'une ligne de transmission pour les mesures ultérieures par comparaison avec une ligne de référence		Le raccord n'a pas besoin d'être de précision, ni calibré
Vérification des performances des raccords d'essai normalisés		
Vérification de routine de l'équipement		Vérification des erreurs de l'équipement et de la charge
Vérification supplémentaire de l'équipement		Vérification de l'erreur totale
Vérification des performances des raccords d'essai normalisés (1, 2, 3 et 4)		Les raccords d'essai normalisés peuvent également être vérifiés accouplés en croix et inversés

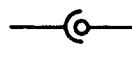
14.1.4 Typical procedure for the measurement of reflection factor

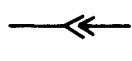
Graphical symbols:

 = time-domain reflectometer equipment

 = frequency-domain reflectometer equipment

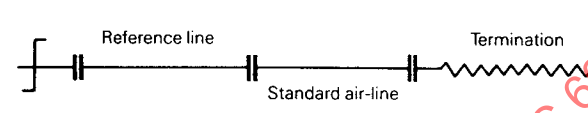
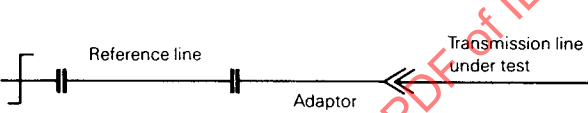
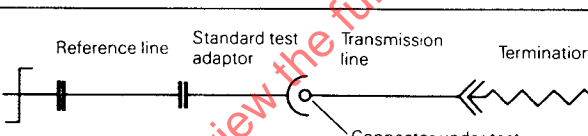
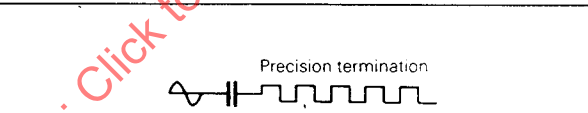
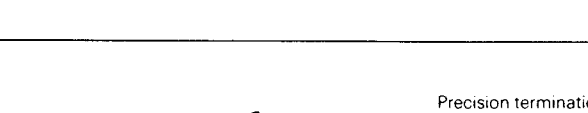
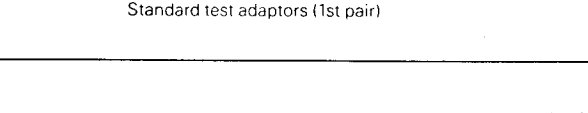
 = mated precision hermaphroditic connectors

 = mated male and female (pin and socket) connectors

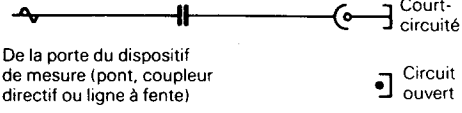
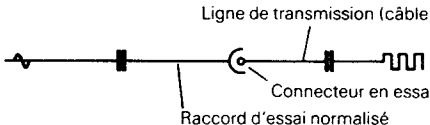
 = not necessarily exactly matched connectors

 = precision termination

14.1.4.1 Setting-up and verification of equipment, selection of suitable elements and lines for use during subsequent measurements

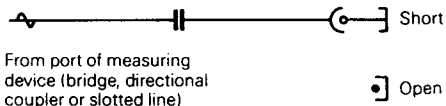
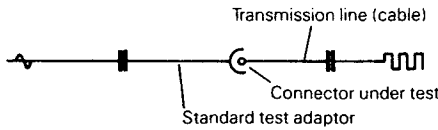
Purpose	Test method	Notes
Selection and verification of reference line by comparison with standard air-line		
Selection and verification of transmission line for use during subsequent measurements by comparison with reference line		Adaptor need be neither precision nor calibrated
Verification of performance of standard test adaptors		
Routine equipment check		Verification of equipment and termination errors
Additional equipment check		Verification of overall error
Verification of performance of standard test adaptors (1, 2, 3 and 4)		Standard test adaptors may also be checked cross-coupled and reversed
		

14.1.4.2 Méthodes sans reconnaissance des erreurs selon le paragraphe 14.1.2

Objet	Méthode d'essai	Observations
Calibration pour tracer le réseau des courbes à pertes réfléchies constantes	 De la porte du dispositif de mesure (pont, coupleur directif ou ligne à fente) Court-circuité Circuit ouvert	Changer le réglage de l'atténuateur G, par écart pratique, à partir de 0 dB et relever les courbes de pertes réfléchies correspondantes
Mesure du facteur de réflexion d'un connecteur individuel selon le paragraphe 14.1.2	 Ligne de transmission (câble) Connecteur en essai Raccord d'essai normalisé	Les mesures sont exécutées sur des connecteurs équipés d'une ligne de transmission choisie et vérifiée, montés selon les instructions du fabricant. Un simulateur de câble peut éventuellement être employé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60169-1-1:1987

14.1.4.2 *Methods without error recognition according to Sub-clause 14.1.2*

Purpose	Test method	Notes
Calibration for generating a grid of constant return loss curves	 From port of measuring device (bridge, directional coupler or slotted line) Short Open	Alter attenuator G setting from 0 dB by convenient steps and plot corresponding return loss curves
Measuring of the reflection factor of a single connector according to Sub-clause 14.1.2	 Transmission line (cable) Connector under test Standard test adaptor	Measurements are carried out on connectors fitted to selected and verified transmission line in accordance with manufacturer's assembly instructions. Alternatively, a cable simulator may be used