

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61169-1

QC 220000

Edition 1.2
1998-01

Edition 1:1992 consolidée par les amendements 1:1996 et 2:1997
Edition 1:1992 consolidated with Amendments 1:1996 and 2:1997

Connecteurs pour fréquences radioélectriques –

Partie 1:

**Spécification générique –
Prescriptions générales et méthodes de mesure**

Radio-frequency connectors –

Part 1:

**Generic specification –
General requirements and measuring methods**



Numéro de référence
Reference number

CEI/IEC 61169-1:1992+A.1:1996+A.2:1997

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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61169-1

QC 220000

Edition 1.2
1998-01

Edition 1:1992 consolidée par les amendements 1:1996 et 2:1997
Edition 1:1992 consolidated with amendments 1:1996 and 2:1997

Connecteurs pour fréquences radioélectriques –

Partie 1:

**Spécification générique –
Prescriptions générales et méthodes de mesure**

Radio-frequency connectors –

Part 1:

**Generic specification –
General requirements and measuring methods**

© IEC 1998 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 Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
CORRESPONDANCE ENTRE LES ARTICLES DES PUBLICATIONS 60169-1 ET 61169-1	6
AVANT-PROPOS	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Objet	12
3 Références normatives	12
4 Définitions.....	14
5 Unités, symboles et dimensions	24
6 Valeurs assignées et caractéristiques.....	28
7 Classification en catégories climatiques	28
8 Désignation de type CEI	28
9 Méthodes d'essai	30
9.1 Généralités	30
9.1.1 Conditions normales d'essai.....	30
9.1.2 Examen visuel	32
9.1.3 Dimensions.....	32
9.2 Essais électriques et méthodes de mesure.....	34
9.2.1 Facteur de réflexion.....	34
9.2.2 Puissance nominale.....	60
9.2.3 Résistance de contact, continuité du conducteur extérieur et du blindage et continuité du conducteur central (connecteurs câblés accouplés)	70
9.2.4 Continuité de contact du conducteur central et du conducteur extérieur sous des conditions mécaniques sévères.....	72
9.2.5 Résistance d'isolement	74
9.2.6 Tension de tenue	74
9.2.7 Essai d'immersion dans l'eau	76
9.2.8 Efficacité d'écran	76
9.2.9 Essai de décharge (effet de couronne).....	98
9.3 Essais mécaniques et méthodes de mesure	100
9.3.1 Généralités	100
9.3.2 Soudure, vibrations, force de rétention du calibre, tenue des contacts prisonniers.....	100
9.3.3 Vibrations	102
9.3.4 Force de rétention du calibre (contacts élastiques).....	104
9.3.5 Rétention du contact central.....	104
9.3.6 Forces et couples d'accouplement et de désaccouplement.....	106
9.3.7 Essais mécaniques sur la fixation du câble	106
9.3.8 Efficacité du système de serrage du câble contre la traction.....	108
9.3.9 Efficacité du système de serrage du câble contre la flexion	110
9.3.10 Efficacité du système de serrage du câble contre la torsion.....	110
9.3.11 Tenue du mécanisme de verrouillage	112
9.3.12 Moment de flexion (et force de cisaillement).....	112

CONTENTS

	Page
CROSS-REFERENCE TABLE OF CORRESPONDING CLAUSES IN PUBLICATIONS 60169-1 AND 61169-1	7
FOREWORD	11
Clause	
1 Scope	13
2 Object.....	13
3 Normative references.....	13
4 Definitions.....	15
5 Units, symbols and dimensions	25
6 Standard ratings and characteristics.....	29
7 Classification into climatic categories	29
8 IEC type designation	29
9 Test Methods	31
9.1 General	31
9.1.1 Standard conditions for testing.....	31
9.1.2 Visual inspection	33
9.1.3 Dimensions	33
9.2 Electrical tests and measuring procedures	35
9.2.1 Reflection factor.....	35
9.2.2 Power rating.....	61
9.2.3 Contact resistance, outer conductor and screen continuity also centre conductor continuity (mated cabled connectors)	71
9.2.4 Centre and outer conductor contact continuity under severe mechanical conditioning.....	73
9.2.5 Insulation resistance.....	75
9.2.6 Voltage proof.....	75
9.2.7 Water immersion test	77
9.2.8 Screening effectiveness.....	77
9.2.9 Discharge test (corona test).....	99
9.3 Mechanical tests and measuring procedures	101
9.3.1 General	101
9.3.2 Soldering, vibration, gauge retention force, effectiveness of contact captivation.....	101
9.3.3 Vibration.....	103
9.3.4 Gauge retention force (resilient contacts).....	105
9.3.5 Centre contact captivation	105
9.3.6 Engagement and separation forces and torques.....	107
9.3.7 Mechanical tests on cable fixing.....	107
9.3.8 Effectiveness of clamping device against cable pulling	109
9.3.9 Effectiveness of clamping device against cable bending.....	111
9.3.10 Effectiveness of clamping device against cable torsion.....	111
9.3.11 Strength of coupling mechanism	113
9.3.12 Bending moment (and shearing force).....	113

9.3.13	Secousses.....	114
9.3.14	Chocs.....	114
9.3.15	Traction du fil de sécurité.....	116
9.4	Essais et conditions climatiques.....	118
9.4.1	Introduction.....	118
9.4.2	Séquence climatique.....	120
9.4.3	Chaleur humide, essai continu.....	120
9.4.4	Variation rapide de température.....	122
9.4.5	Étanchéité.....	124
9.4.6	Brouillard salin.....	126
9.4.7	Poussières.....	128
9.4.8	Essai à l'anhydride sulfureux.....	128
9.4.9	Eau.....	128
9.5	Endurance mécanique.....	130
9.6	Endurance à haute température.....	132
9.7	Résistance aux solvants et aux fluides polluants.....	134
10	Assurance de la qualité.....	136
10.1	Généralités.....	136
10.2	Procédures d'assurance de la qualité.....	136
10.3	Méthodes d'essais et de mesures.....	140
10.4	Spécifications et procédures.....	150
11	Marquage.....	156
11.1	Marquage du composant.....	156
11.2	Marquage et contenu des emballages.....	156
Annexes		
A	Solution simulée d'eau de mer à utiliser dans l'essai de brouillard salin.....	158
B	Documents de référence.....	160
C	Indications concernant la détermination des forces de traction et des moments de torsion à appliquer pour vérifier l'efficacité de la rétention du câble avec valeurs recommandées pour quelques câbles typiques.....	162

9.3.13	Bump	115
9.3.14	Shock	115
9.3.15	Safety wire hole pull-out	117
9.4	Climatic conditionings and tests	119
9.4.1	Introduction	119
9.4.2	Climatic sequence	121
9.4.3	Damp heat, steady state	121
9.4.4	Rapid change of temperature	123
9.4.5	Sealing	125
9.4.6	Salt mist	127
9.4.7	Dust	129
9.4.8	Sulphur dioxide test	129
9.4.9	Water	129
9.5	Mechanical endurance	131
9.6	High temperature endurance	133
9.7	Resistance to solvents and contaminating fluids	135
10	Quality assessment	137
10.1	General	137
10.2	Quality assessment procedures	137
10.3	Test and measurement procedures	141
10.4	Specifications and related procedures	151
11	Marking	157
11.1	Marking of the component	157
11.2	Marking and contents of package	157
Annexes		
A	Simulated sea-water solution for use with salt mist test	159
B	Related documents	161
C	Guidelines for the determination of tensile forces and torsional moments to be applied when testing the effectiveness of cable retention with recommended values for some typical cables	163

**Correspondance entre les articles
des Publications 60169-1 et 61169-1 de la CEI**

Titre de l'article	60169-1-X		61169-1
	Article	X	Article
Domaine d'application	1	–	1
Objet	2	–	2
Terminologie	3	–	–
Références normatives	–	–	3
Définitions	–	–	4
Unités, symboles et dimensions	4	–	5
Valeurs assignées et caractéristiques	5	–	6
Classification en catégories climatiques	6	–	7
Assurance de la qualité	7	–	10
Marquage	8	–	11
Désignation de type CEI	9	–	8
Méthodes d'essai	–	–	9
– Généralités	10	–	9.1
– Conditions normales d'essai	11	–	9.1.1
– Examen visuel	12	–	9.1.2
– Dimensions	13	–	9.1.3
– Renseignements que doit fournir la spécification correspondante	–	–	9.2.1.2
– Essais électriques et méthodes de mesure	14	–	9.2
– Facteur de réflexion	14.1	1	9.2.1
– Puissance nominale	14.2	–	9.2.2
– Résistance de contact, continuité du conducteur extérieur et du blindage et continuité du conducteur central	14.3	–	9.2.3
– Continuité de contact du conducteur central et du conducteur extérieur sous des conditions mécaniques sévères	14.4	–	9.2.4
– Résistance d'isolement	14.5	–	9.2.5
– Tension de tenue	14.6	–	9.2.6
– Essai d'immersion dans l'eau	14.7	–	9.2.7
– Efficacité d'écran	14.8	3	9.2.8
– Capacité (supprimé)	14.9	–	
– Résistance parallèle aux fréquences radioélectriques (supprimé)	14.10	–	
– Essai de décharge (effet de couronne)	14.11	–	9.2.9

**Cross-reference table of corresponding clauses
in IEC Publications 60169-1 and 61169-1**

Heading of clause	60169-1-X		61169-1
	Clause	X	Clause
Scope	1	–	1
Object	2	–	2
Terminology	3	–	–
Normative references	–	–	3
Definitions	–	–	4
Units, symbols and dimensions	4	–	5
Standard ratings and characteristics	5	–	6
Classification into climatic categories	6	–	7
Quality assessment	7	–	10
Marking	8	–	11
IEC type designation	9	–	8
Test methods	–	–	9
– General	10	–	9.1
– Standard conditions for testing	11	–	9.1.1
– Visual inspection	12	–	9.1.2
– Dimensions	13	–	9.1.3
– Information to be given in the relevant specification	–	–	9.2.1.2
– Electrical tests and measuring procedures	14	–	9.2
– Reflection factor	14.1	1	9.2.1
– Power rating	14.2	–	9.2.2
– Contact resistance, outer conductor and screen continuity also centre conductor continuity	14.3	–	9.2.3
– Centre and outer conductor contact continuity under severe mechanical conditioning	14.4	–	9.2.4
– Insulation resistance	14.5	–	9.2.5
– Voltage proof	14.6	–	9.2.6
– Water immersion test	14.7	–	9.2.7
– Screening effectiveness	14.8	3	9.2.8
– Capacitance (deleted)	14.9	–	
– R.F. shunt resistance (deleted)	14.10	–	
– Discharge test (corona test)	14.11	–	9.2.9

**Correspondance entre les articles
des Publications 60169-1 et 61169-1 (fin)**

Titre de l'article	60169-1-X		61169-1
	Article	X	Article
– Essais mécaniques et méthodes de mesure	15	–	9.3
– Généralités	15.1	–	9.3.1
– Soudure	15.2	–	9.3.2
– Vibrations	15.2	–	9.3.3
– Force de rétention du calibre (contacts élastiques)	15.2	–	9.3.4
– Rétention du contact central	15.2	–	9.3.5
– Forces et couples d'accouplement et de désaccouplement	15.3	–	9.3.6
– Essais mécaniques sur la fixation du câble	15.4	–	9.3.7
– Efficacité du système de serrage du câble contre la traction	–	–	9.3.8
– Efficacité du système de serrage du câble contre la flexion	–	–	9.3.9
– Efficacité du système de serrage du câble contre la torsion	–	–	9.3.10
– Tenue du mécanisme de verrouillage	15.5	–	9.3.11
– Moment de flexion (et force de cisaillement)	15.6	–	9.3.12
– Secousses	15.7	–	9.3.13
– Chocs	15.8	–	9.3.14
– Essais et conditions climatiques	16	–	9.4
– Introduction	16.1	–	9.4.1
– Séquence climatique	16.2	–	9.4.2
– Chaleur humide, essai continu	16.3	–	9.4.3
– Variation rapide de température	16.4	–	9.4.4
– Etanchéité	16.5	–	9.4.5
– Moisissure (supprimé)	16.6	–	
– Brouillard salin	16.7	–	9.4.6
– Poussières	16.8	–	9.4.7
– Essai à l'anhydride sulfureux	16.9	–	9.4.8
– Eau	–	–	9.4.9
– Endurance mécanique	17	–	9.5
– Endurance à haute température	18	–	9.6
– Résistance aux solvants et aux fluides polluants	19	–	9.7

**Cross-reference table of corresponding clauses
in IEC Publications 60169-1 and 61169-1 (concluded)**

Heading of clause	60169-1-X		61169-1
	Clause	X	Clause
– Mechanical tests and measuring procedures	15	–	9.3
– General	15.1	–	9.3.1
– Soldering	15.2	–	9.3.2
– Vibration	15.2	–	9.3.3
– Gauge retention force (resilient contacts)	15.2	–	9.3.4
– Centre contact captivation	15.2	–	9.3.5
– Engagement and separation forces and torques	15.3	–	9.3.6
– Mechanical tests on cable fixing	15.4	–	9.3.7
– Effectiveness of clamping device against cable pulling	–	–	9.3.8
– Effectiveness of clamping device against cable bending	–	–	9.3.9
– Effectiveness of clamping device against cable torsion	–	–	9.3.10
– Strength of coupling mechanism	15.5	–	9.3.11
– Bending moment (and shearing force)	15.6	–	9.3.12
– Bump	15.7	–	9.3.13
– Shock	15.8	–	9.3.14
– Climatic conditionings and tests	16	–	9.4
– Introduction	16.1	–	9.4.1
– Climatic sequence	16.2	–	9.4.2
– Damp heat, steady state	16.3	–	9.4.3
– Rapid change of temperature	16.4	–	9.4.4
– Sealing	16.5	–	9.4.5
– Mould growth (deleted)	16.6	–	
– Salt mist	16.7	–	9.4.6
– Dust	16.8	–	9.4.7
– Sulphur dioxide test	16.9	–	9.4.8
– Water	–	–	9.4.9
– Mechanical endurance	17	–	9.5
– High temperature endurance	18	–	9.6
– Resistance to solvents and contaminating fluids	19	–	9.7

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNECTEURS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –**Partie 1: Spécification générique – Prescriptions générales
et méthodes de mesure**

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 présente norme a été établie par le Sous-Comité 46D: Connecteurs pour câbles pour fréquences radioélectriques, du Comité d'Etudes 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'onde, connecteurs et accessoires pour communications et signalisation.

La présente version consolidée de la CEI 61169-1 comprend la première édition (1992), son amendement 1 (1996) [documents 46D/245/FDIS et 46D/276/RVD] et son amendement 2 (1997) [documents 46D/279/FDIS et 46D/296/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIO-FREQUENCY CONNECTORS –

Part 1: Generic specification – General requirements and measuring methods

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. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This standard has been prepared by Sub-Committee 46D: Connectors for r.f. cables, of IEC Technical Committee No. 46: Cables, wires, waveguide, connectors and accessories for communication and signalling.

This consolidated version of IEC 61169-1 consists of the first edition (1992), its amendment 1 (1996) [documents 46D/245/FDIS and 46D/276/RVD] and amendment 2 (1997) [documents 46D/279/FDIS and 46D/296/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality assessment system for electronic components (IECQ).

CONNECTEURS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Prescriptions générales et méthodes de mesure

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux connecteurs pour lignes de transmission pour fréquences radioélectriques pour utilisation dans les télécommunications et les équipements électroniques et similaires.

2 Objet

Cette norme est utilisée comme spécification générique fournissant la base de spécifications intermédiaires qui s'appliquent à des types de connecteurs distincts. Elle est prévue afin de fixer des concepts et des méthodes uniformes concernant:

- la terminologie;
- les valeurs assignées et caractéristiques;
- les méthodes d'essai et de mesure concernant les propriétés électriques et mécaniques;
- la classification des connecteurs d'après les méthodes d'essai d'environnement relatives à la température, à l'humidité et aux vibrations.

Les méthodes et les procédures d'essai de la norme sont d'abord prévues pour des essais d'approbation de type. Elles peuvent également être adoptées, après accord entre fabricant et client, pour servir de base pour les essais d'acceptation.

3 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61169. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61169 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International*

CEI 60050(151):1978, *Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Essais B: Chaleur sèche*

RADIO-FREQUENCY CONNECTORS –

Part 1: Generic specification – General requirements and measuring methods

1 Scope

This standard relates to connectors for r.f. transmission lines for use in telecommunications, electronic and similar equipment.

2 Object

This standard serves as a generic specification providing the basis for the sectional standards which apply to individual connector types. It is intended to establish uniform concepts and procedures concerning:

- terminology;
- standard ratings and characteristics;
- testing and measuring procedures concerning electrical and mechanical properties;
- classification of connectors with regard to environmental testing procedures involving temperature, humidity and vibration.

The test methods and procedures of the standard are intended for acceptance for type approval testing. They may also be adopted, by agreement between manufacturer and customer, to serve as a basis for acceptance tests.

3 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61169. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61169 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60027: *Letter Symbols to be Used in Electrical Technology*

IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60050(151):1978, *Electrical and Magnetic Devices*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Test B: Dry heat*

CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1982, *Essais d'environnement – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-11:1981, *Essais d'environnement – Essai Ka: Brouillard salin*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-17:1978, *Essais d'environnement – Essai Q: Etanchéité*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Essai T: Soudure*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*

CEI 60068-2-42:1980, *Essais d'environnement – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*

CEI 60068-2-47:1982, *Essais d'environnement – Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques*

CEI 60068-2-54:1985, *Essais d'environnement – Essai Ta : Soudure, Essai de soudabilité par la méthode de la balance de mouillage*

CEI 60457-1:1974, *Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de précision associés. Première partie: Règles générales et méthodes de mesure*

CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*

ISO 370:1975, *Dimensions tolérancées – Conversion d'onces en millimètres et réciproquement*

ISO 1000:1981, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

4 Définitions

Pour les besoins de cette norme, les définitions suivantes sont applicables:

4.1 Généralités, pièces de connecteurs

4.1.1 Contact (électrique)

Etat dans lequel des parties électriquement conductrices sont mécaniquement en liaison si étroite que celle-ci présente une faible résistance au passage du courant électrique dans chaque direction.

IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1982, *Environmental testing – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17:1978, *Environmental testing – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic: (12 + 12 hour cycle)*

IEC 60068-2-42:1980, *Environmental testing – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests*

IEC 60068-2-54:1985, *Environmental testing – Test Ta: Solderability testing by the wetting balance method*

IEC 60457-1:1974, *Rigid precision coaxial lines and their associated precision connectors. Part 1: General requirements and measuring methods*

IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*

ISO 370:1975, *Toleranced dimensions – Conversion from inches into millimetres and vice versa*

ISO 1000:1981, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

4 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

4.1 General, parts of connectors

4.1.1 (Electrical) Contact

The state in which individual electrically conductive parts are in such close mechanical touch as to provide a low resistance path to electrical current in either direction.

4.1.2 Contact

Élément conducteur d'un composant qui s'accouple à un autre élément afin de présenter une liaison électrique (fournir un contact électrique).

4.1.3 Contact mâle

Contact broche

Contact prévu pour assurer une liaison électrique sur sa surface extérieure et qui entre dans le contact femelle (douille).

4.1.4 Contact femelle

Contact douille

Contact prévu pour assurer une liaison électrique sur sa surface intérieure et qui accepte l'introduction d'un contact mâle (broche).

4.1.5 Contact hermaphrodite

Contact qui est prévu pour s'accoupler à un contact identique.

4.1.6 Contact élastique

Contact ayant des propriétés élastiques afin de présenter une force lors de l'accouplement.

4.2 Termes de base des connecteurs

4.2.1 Connecteur

Composant normalement monté sur un câble ou une partie d'équipement (à l'exclusion d'un raccord) pour réunir électriquement des éléments d'un système de ligne de transmission.

4.2.2 Paire de connecteurs

Deux connecteurs ayant des faces d'accouplement et des systèmes de verrouillage complémentaires afin d'être intervariables et interverrouillables.

4.2.3 Type

Série

Termes caractérisant les faces d'accouplement et les systèmes de verrouillage particuliers pour une paire de connecteurs en considérant la construction et les dimensions.

NOTE – Le terme «série» est quelquefois utilisé, d'une façon approximative, à la place de «type» pour désigner la totalité des modèles de connecteurs ayant des faces d'accouplement et des systèmes de verrouillage identiques.

4.2.4 Modèle

Une forme particulière de connecteurs comme une combinaison de connecteurs du même type selon les exemples ci-après: fiche (connecteur libre) et embase (connecteur fixe), droite et coudée à angle droit, raccord pour un type droit et coudé à angle droit.

NOTE – Pour le terme «raccord», voir de 4.5.1 à 4.5.5; un «raccord pour un type» peut être aussi considéré comme un modèle particulier d'un type donné.

4.2.5 Variante

Variante d'un modèle sur les points particuliers tels que les dimensions de l'entrée du câble.

4.1.2 Contact

The conductive element in a component which mates with a corresponding element to provide an electrical path (to provide electrical contact).

4.1.3 Male contact

Pin contact

A contact intended to make electrical engagement on its outer surface and which will enter a female (socket) contact.

4.1.4 Female contact

Socket contact

A contact intended to make electrical engagement on its inner surface and which will accept entry of a male (pin) contact.

4.1.5 Hermaphroditic contact

A contact which is intended to mate with an identical contact.

4.1.6 Resilient contact

A contact having elastic properties to provide a force to its mating part.

4.2 Basic connector terms

4.2.1 Connector

A component normally attached to a cable or mounted on a piece of apparatus (excluding an adaptor) for electrically joining separable parts of a transmission line system.

4.2.2 Connector pair

Two connectors having complementary mating faces and locking means, so as to be mateable and interlockable.

4.2.3 Type

Series

Terms characterizing the particular mating faces and locking means of a connector pair with regard to construction and dimension.

NOTE – The term "series" is sometimes used as an approximate synonym of "type" for designating the entirety of connector styles with identical mating face and locking means.

4.2.4 Style

A particular form or shape of connector, as well as a combination of connectors of the same type. Examples are: free and fixed connectors, both straight and right angle, within-type adaptors straight and right angle.

NOTE – For "adaptor", see 4.5.1 to 4.5.5: a "within-type adaptor" may also be considered as a particular style of a given type.

4.2.5 Variant

A variation of a style in particular details, such as cable-entry dimensions.

4.2.6 Niveau

Qualification d'un connecteur en considérant la précision mécanique et électrique en particulier pour la définition du facteur de réflexion.

4.2.7 Connecteur d'usage général: niveau 2

Connecteur fabriqué selon les plus larges tolérances dimensionnelles possibles tout en garantissant les performances minimales indiquées et l'intermariabilité.

NOTE – Une prescription concernant le facteur de réflexion peut ou peut ne pas être spécifiée.

4.2.8 Connecteur à haute performance: niveau 1

Connecteur dont les limites du facteur de réflexion sont exprimées en fonction de la fréquence. Aucune tolérance dimensionnelle plus serrée que celle du niveau 2 n'est normalement spécifiée. Cependant, le fabricant peut choisir des tolérances plus serrées si nécessaire afin de s'assurer que les prescriptions concernant le facteur de réflexion sont remplies.

4.2.9 Connecteur d'essai normalisé: niveau 0

Connecteur de fabrication spéciale d'un type particulier utilisé pour effectuer les mesures du facteur de réflexion des connecteurs de niveau 1 et de niveau 2 en introduisant seulement des erreurs négligeables dans les résultats des mesures.

NOTE – Le connecteur d'essai normalisé fait souvent partie d'un raccord permettant la connexion avec un connecteur de précision faisant partie de l'appareillage de mesure.

4.2.10 Connecteur de précision

Connecteur qui a ses plans de référence mécaniques et électriques confondus, un diélectrique air, et qui a la propriété d'assurer des connexions avec un haut degré de reproductibilité sans introduire de réflexions significatives ni perte ou fuite. Il est prévu pour être monté sur des lignes dans l'air et des instruments. Les connecteurs de précision peuvent être du type hermaphrodite, du type à bride, ou du type mâle et femelle comme indiqué dans la CEI 60457-1: Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de précision associés, Première partie: Règles générales et méthodes de mesure.

4.2.11 Connecteur de précision de laboratoire (LPC)

Connecteur de précision sans support diélectrique pour le conducteur central.

4.2.12 Connecteur de précision général (GPC)

Connecteur de précision comprenant un support diélectrique capable de maintenir le conducteur central non maintenu d'un LPC et une ligne à air normale avec laquelle il est accouplé.

4.3 Termes de construction

4.3.1 Connecteur mâle

Connecteur à broche

Connecteur ayant un contact central mâle.

4.3.2 Connecteur femelle

Connecteur à douille

Connecteur ayant un contact central femelle.

4.2.6 Grade

A qualification of a connector with regard to mechanical and electrical precision in particular with respect to a defined reflection factor.

4.2.7 General purpose connector: Grade 2

A connector making use of the widest permitted dimensional deviations (tolerances) so as still to guarantee minimum stated performance and intermateability.

NOTE – A requirement for the reflection factor may or may not be specified.

4.2.8 High performance connector: Grade 1

A connector for which limits of reflection factor are specified as a function of frequency. No tighter dimensional tolerances than those applicable to Grade 2 are normally specified. The manufacturer is responsible, however, for choosing tighter tolerances where necessary to ensure that the reflection factor requirements are met.

4.2.9 Standard test connector: Grade 0

A precisely made connector of a particular type used to carry out reflection factor measurements on Grade 1 and Grade 2 connectors, contributing only negligible errors to the measuring result.

NOTE – The standard test connector is often part of an inner-type adaptor which allows connection with a precision connector forming part of the measuring equipment.

4.2.10 Precision connector

A connector that has coincident mechanical and electrical reference planes, air dielectric, and has the property of making connections with a high degree of repeatability without introducing significant reflections, loss or leakage. It is intended for mounting on air-lines and instruments. Precision connectors can be of the hermaphroditic type, flange type or of the pin and socket type as stated in IEC 60457-1: Rigid precision coaxial lines and their associated precision connectors, Part 1: General requirements and measuring methods.

4.2.11 Laboratory precision connector (LPC)

A precision connector without dielectric support for the centre conductor.

4.2.12 General precision connector (GPC)

A precision connector with self-contained dielectric support capable of supporting the unsupported centre conductor of an LPC and standard air-line with which it is mated.

4.3 Constructional terms

4.3.1 Male connector

Pin connector

A connector containing a male (pin) centre contact.

4.3.2 Female connector

Socket connector

A connector containing a female (socket) centre contact.

4.3.3 Fiche

Connecteur possédant la partie active du mécanisme de verrouillage, c'est-à-dire l'écrou ou la bague de la baïonnette, et qui est normalement un connecteur libre.

NOTE – Selon le type particulier, une fiche peut être un connecteur mâle ou un connecteur femelle.

4.3.4 Prise

Connecteur complémentaire de la fiche.

4.3.5 Connecteur hermaphrodite

Connecteur qui s'accouple à un connecteur identique.

NOTE – Les systèmes de verrouillage peuvent ne pas être hermaphrodites.

4.3.6 Connecteur libre

Connecteur destiné à être monté sur l'extrémité libre d'un câble. C'est normalement une fiche.

NOTE – S'il n'est pas spécifié comme fixé, un connecteur est considéré comme étant libre.

4.3.7 Connecteur fixe

Connecteur conçu pour être fixé sur une surface de montage; il est normalement femelle.

4.3.8 Triaxial

Ligne de transmission comprenant trois conducteurs concentriques ayant un axe commun, chaque conducteur étant isolé des deux autres.

4.4 Etanchéité

4.4.1 Connecteur étanche

Connecteur ayant un système d'étanchéité capable de satisfaire pleinement aux prescriptions concernant l'étanchéité, au gaz, à l'humidité ou aux liquides.

4.4.2 Etanchéité

Etanchéité empêchant le passage de gaz, d'humidité ou de liquides, selon une direction axiale dans le corps du connecteur.

4.4.3 Etanchéité de panneau

Etanchéité empêchant le passage de gaz, d'humidité ou de liquides entre le corps du connecteur fixe ou du raccord et le panneau à travers le perçage du panneau.

NOTE – L'étanchéité est souvent assurée par un élément séparé.

4.4.4 Etanchéité d'interface

Etanchéité empêchant le passage de gaz, d'humidité ou de liquides par l'interface de deux connecteurs lorsqu'ils sont accouplés.

4.4.5 Herméticité

Etanchéité satisfaisant aux prescriptions de l'essai Qk de la CEI 60068-2-17: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais, Essai Q: Etanchéité.

4.3.3 Plug connector

A connector featuring the active part of the coupling mechanism, i.e. the nut or bayonet ring, and which normally is a free connector.

NOTE – Depending on the particular type, a plug may be a male or female connector.

4.3.4 Socket

A connector complementary to the plug.

4.3.5 Hermaphroditic connector

A connector which mates with an identical connector.

NOTE – The coupling (locking) means need not be hermaphroditic.

4.3.6 Free connector

A connector for attachment to a free end of a cable. It is normally a plug.

NOTE – If not specified as fixed, a connector is assumed to be free.

4.3.7 Fixed connector

A connector with provision for attachment to a mounting surface. It is normally a socket.

4.3.8 Triaxial

A transmission line comprising three concentric conductors having a common axis and with each conductor insulated from the other two.

4.4 Sealing

4.4.1 Sealed connector

A connector employing a seal capable of fulfilling specified gas-, moisture- or liquid-tightness requirements.

4.4.2 Barrier seal

A seal preventing the passage of gases, moisture or liquids in an axial direction within the body shell of a connector.

4.4.3 Panel seal

A seal preventing the passage of gases, moisture or liquids between the fixed connector or adaptor body shell and the panel via the mounting hole(s).

NOTE – The sealing member is often provided as a discrete item.

4.4.4 Mating face seal

A seal preventing the passage of gases, moisture or liquids into the interface space of a pair of mated connectors.

4.4.5 Hermetic seal

A seal meeting the requirements specified on application of Test Qk of IEC 60068-2-17: Environmental testing, Part 2: Tests, Test Q: Sealing.

4.5 Termes divers et termes concernant l'équipement de mesure

4.5.1 Raccord

Système à deux portes destiné à réunir deux lignes de transmission ayant des connecteurs ne s'accouplant pas.

4.5.2 Raccord fixe

Adaptateur conçu pour être fixé sur une surface de montage.

NOTE – S'il n'est pas spécifié comme fixé, un raccord est considéré comme étant libre.

4.5.3 Raccord pour un type

Adaptateur destiné à être utilisé entre deux connecteurs ou plus, du même type.

4.5.4 Raccord pour différents types

Adaptateur destiné à être utilisé entre deux connecteurs ou plus, de différents types.

4.5.5 Raccord d'essai normalisé

Raccord pour différents types destiné aux essais, dont l'une des faces correspond à celle d'un connecteur d'essai normalisé et l'autre face à celle d'un connecteur de précision.

4.5.6 Ligne à air normale

Ligne de transmission homogène à diélectrique à air ayant les irrégularités concernant le diamètre et la rectitude des conducteurs les plus faibles possibles, aucun support entre les conducteurs intérieur et extérieur et utilisant un matériau non magnétique avec une bonne conductivité.

4.5.7 Ligne de référence

Ligne à air semblable à la ligne à air normale mais avec un support diélectrique du conducteur intérieur et de conception telle que le facteur de réflexion interne est maintenu à une valeur minimale pour la gamme de fréquences utilisée pour les mesures.

4.5.8 Simulation de câble

Section d'une ligne de transmission précise avec une impédance caractéristique précise, en général un câble de précision sur lequel le connecteur en essai est monté de telle façon que la transition entre la ligne et le connecteur simule de façon aussi précise que possible l'état normal du connecteur raccordé à un câble approprié (en particulier en ce qui concerne le facteur de réflexion et des perturbations réactives).

4.5.9 Couple de serrage d'essai

Couple maximal à appliquer au dispositif de verrouillage à vis d'une série de connecteurs en vue des essais du système de verrouillage.

4.5.10 Couple de serrage normal

Couple maximal et minimal à appliquer en fonctionnement normal au dispositif de verrouillage à vis d'un connecteur.

4.5 Miscellaneous terms and terms concerning measuring equipment

4.5.1 Adaptor

A two-port device for joining two transmission lines having non-mating connectors.

4.5.2 Fixed adaptor

An adaptor with provision for attachment to a mounting surface.

NOTE – If not specified as fixed, an adaptor is assumed to be free.

4.5.3 Within-type adaptor

An adaptor for use between two or more connectors all of the same type.

4.5.4 Inter-type adaptor

An adaptor for use between two or more connectors of different types.

4.5.5 Standard test adaptor

An inter-type adaptor for test purposes, having a standard test connector at one end and a precision connector at the other end.

4.5.6 Standard air line

A homogenous air dielectric transmission line having the smallest possible irregularities in diameter and straightness of conductors, no self-contained supports for the inner conductor and using non-magnetic material with good conductivity.

4.5.7 Reference line

An air line similar to the standard air line but with dielectric support of the inner conductor, and with a design such that the internal reflection factor is kept at a minimum within the frequency range made use of for measurements.

4.5.8 Cable simulator

A section of precise transmission line with accurate characteristic impedance, in general a precision cable, to which the connector under test is attached in such a way that the transition from line to connector simulates as precisely as possible the normal state of the connector attached to an appropriate cable (in particular with regard to reflection factor and reactive disturbances).

4.5.9 Proof coupling torque

The maximum torque to be applied to the screw-coupling mechanism of a specific connector series for testing the mechanical strength of the coupling mechanism.

4.5.10 Normal coupling torque

The maximum/minimum values of torque to be applied in normal use to the coupling of screw type connectors.

4.5.11 Couple par l'accouplement et le désaccouplement

Couple requis pour vaincre les frictions, la compression des ressorts pendant l'accouplement et le désaccouplement des connecteurs ayant un système de verrouillage rotatif avant et après l'accouplement total; ceci afin d'éliminer une dureté indésirable des filetages, des bavures sur les cames de la baïonnette, une liberté de rotations des anneaux d'accouplement, etc.

4.6 Termes électrotechniques généraux

NOTE – Les termes et les définitions suivants proviennent de la 60050(151): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques, qui sont respectivement numérotés 151-04-01, 151-04-02 et 151-04-03. La note du 4.6.1 concernant la valeur nominale est ajoutée pour les besoins de la présente norme.

4.6.1 Valeur nominale

Valeur approchée appropriée d'une grandeur, utilisée pour dénommer ou identifier un composant, un dispositif ou un matériel.

NOTE – Il s'ensuit d'après la définition qu'une valeur nominale n'est pas soumise à des tolérances.

4.6.2 Valeur limite

Pour une grandeur figurant dans une spécification, la plus grande ou la plus petite valeur admissible.

4.6.3 Valeur assignée

Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel.

5 Unités, symboles et dimensions

5.1 Unités et symboles

Les unités, les symboles graphiques et littéraux et la terminologie doivent être autant que possible issus des publications suivantes:

Publications de la CEI:

60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique.*

60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).*

60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

Autre publication:

Norme ISO 1000 (1981): *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités.*

4.5.11 Engagement and separation torque

The torque required to overcome friction, compression of springs, etc. during the engagement and separation of connectors with rotary type coupling mechanisms before or after complete engagement. This is intended to check for undue tightness of threads, burrs on bayonet-cams, freedom of rotation of coupling rings, etc.

4.6 General electrotechnical terms

NOTE – The following terms and definitions are taken from IEC 60050(151): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices, where they are numbered 151-04-01, 151-04-02 and 151-04-03, respectively. The note added to 4.6.1, nominal value, is for the purpose of this standard.

4.6.1 Nominal value

A suitable approximate quantity value used to designate or identify a component, device or equipment.

NOTE – It follows from the definition that a nominal value is not subject to tolerances.

4.6.2 Limiting value

In a specification, the greatest or smallest admissible value of one of the quantities.

4.6.3 Rated value

A quantity value assigned, generally by a manufacturer, for a specified operating condition of a component, device or equipment.

5 Units, symbols and dimensions

5.1 Units and symbols

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall whenever possible, be taken from the following publications:

IEC publications:

60027: *Letter symbols to be used in electrical technology.*

60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV).*

60617: *Graphical symbols for diagrams.*

Other publication:

ISO Standard 1000 (1981): *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units.*

5.2 Dimensions

5.2.1 Détails à fournir dans les spécifications correspondantes

Chaque spécification correspondante doit fournir:

- i) des informations suffisantes concernant les dimensions des faces d'accouplement des connecteurs d'usage général et des connecteurs d'essai normalisés afin d'assurer une intermariabilité et des conditions satisfaisantes vis-à-vis des prescriptions concernant les performances: lorsque les mâchoires de sertissage sont utilisées, leurs dimensions doivent être en conformité avec les dimensions indiquées dans la CEI 60803;
- ii) des informations concernant les dimensions maximales hors tout du connecteur afin que l'utilisateur puisse être capable de monter les connecteurs dans son équipement.

Le but essentiel des dessins est d'assurer l'interchangeabilité mécanique et des performances électriques satisfaisantes: ils n'ont donc pas pour but de réduire les particularités de construction qui n'affectent pas l'interchangeabilité et les performances et ni d'être utilisés comme des dessins de fabrication.

NOTE – Il convient que les concepteurs d'équipement travaillent sur les limites données dans les cotes d'encombrement et non sur les dimensions de chaque spécimen.

5.2.2 Unités pour les dimensions à utiliser dans les spécifications

Les dimensions et les tolérances doivent être données à la fois en millimètres et en inches. Le système d'origine d'unité doit être indiqué.

Indépendamment du système d'unités, la plus grande précision requise pour les dimensions doit être telle que les valeurs, dont le premier chiffre est 1 ou 2, ne doivent pas avoir plus de cinq chiffres et celles dont le premier chiffre est compris entre 3 et 9 ne doivent pas avoir plus de quatre chiffres significatifs. Dans chaque cas, la précision doit être limitée à 1 μm soit 0,00005 in.

5.2.3 Conversion en millimètres des dimensions données en inches et réciproquement

Lors de la conversion des dimensions, celles-ci doivent être en principe arrondies au 0,001 mm ou 0,00005 in le plus proche. Cependant, lorsque des considérations mécaniques et électriques le permettent, on doit normalement arrondir au 0,01 mm ou 0,0005 in le plus proche. Cela est valable pour la conversion entre les systèmes d'unités après avoir fait le calcul exact selon la Norme ISO 370: Dimensions tolérancées, conversion d'inches en millimètres et réciproquement.

A chaque spécification, on doit ajouter une note indiquant:

«Les valeurs pour les dimensions en...* ...dérivées de celles en...*...ne sont pas nécessairement exactement en accord avec la Norme ISO 370. Elles doivent être, cependant, considérées comme des valeurs arrondies acceptables en ce qui concerne la précision.

NOTE – Pour plus de détails, voir 9.1.3 de la CEI 61169-1.»

* Inclure les millimètres ou les inches selon le cas.

5.2 Dimensions

5.2.1 Details to be provided in relevant specifications

Each relevant specification shall provide:

- i) sufficient dimensional information on the mating faces of general purpose and standard test connectors as to ensure interchangeability and compliance with performance requirements: crimping dies, when used, shall be in accordance with the dimensions shown in IEC 60803;
- ii) information on the connector envelope maximum dimensions to enable the user to accommodate the connectors in his equipment.

The essential purpose of the drawings is to ensure mechanical interchangeability and adequate electrical performance: they are not, however, intended to restrict details of construction which do not affect interchangeability or performance, nor are they to be used as manufacturing drawings.

NOTE – Equipment designers should work to the limits stated in the outline drawings and not to the dimensions of individual specimens.

5.2.2 Dimensional units to be used in specifications

The dimensions and tolerances shall be given in both millimetres and inches. The original system of units shall be stated.

Independent of the system of units, the highest accuracy required by the dimensions shall be such that the values, the first digit of which is 1 or 2, shall not comprise more than five digits, those with the first digit being 3 to 9 shall not have more than four significant digits. In any case, the precision shall be limited to 1 µm or 0,000 05 in.

5.2.3 Conversion of dimensions given in inches into millimetres and vice versa

During the conversion of the dimensions, in principle they shall be rounded to the nearest 0,001 mm or 0,00005 in. Where, however, mechanical and electrical considerations permit, the rounding shall usually be to the nearest 0,01 mm or 0,0005 in. This also holds for the conversion between the systems of units after having made the exact calculation according to ISO Standard 370: Toleranced dimensions, conversion from inches to millimetres and vice versa.

A note shall be added to each specification reading:

"The values for the dimensions in...* ...derived from these in...*...are not necessarily exact according to ISO Standard 370: Toleranced dimensions – Conversion from inches into millimetres and vice versa. They are, however, to be considered as acceptable rounded values with regard to accuracy.

NOTE – For more details, see 9.1.3 of IEC 61169-1."

* Millimetres or inches to be entered as applicable.

6 Valeurs assignées et caractéristiques

Les valeurs assignées et les caractéristiques concernant chaque type et modèle de connecteur doivent être indiquées dans la spécification correspondante. Celles-ci comprennent:

- une description rapide de la construction du connecteur indiquant en particulier le diamètre intérieur du conducteur extérieur et, si applicable, les types de câbles à utiliser de préférence avec le connecteur;
- le facteur de réflexion fonction de la fréquence pour différents niveaux (si applicable) et les conditions pour lesquelles il est valable;
- la tension de service à différentes altitudes (pression);
- les catégories climatiques;
- toute autre valeur assignée ou caractéristique applicable.

7 Classification en catégories climatiques

La classification des connecteurs selon les conditions climatiques est basée sur la CEI 60068-1: Première partie: Généralités et guide, et indiquée par une série de trois groupes de chiffres séparés par un trait oblique correspondant respectivement aux essais à basse température (signe moins non indiqué), à haute température et au nombre de jours d'exposition à la chaleur humide, essai continu.

Les sévérités climatiques à prescrire dans la spécification correspondante doivent être de préférence, mais non nécessairement, choisies parmi les valeurs préférentielles suivantes:

Température basse	–40 °C, –55 °C
Température haute	85 °C (catégorie 085), 125 °C et 155 °C
Durée de l'essai de chaleur humide, essai continu	4 jours (catégorie 04), 21 et 56 jours

Les deux groupes suivants sont recommandés comme catégories climatiques préférentielles pour des connecteurs HF:

40/085/21
55/155/21

8 Désignation de type CEI

Le but de la désignation de type CEI est d'identifier un connecteur particulier faisant partie du domaine d'application de la normalisation des connecteurs HF couverts par la CEI. Il n'est pas prévu d'inclure des informations supplémentaires. En pratique, il est généralement nécessaire d'identifier le produit du fabricant parce que, bien qu'étant conforme aux prescriptions de la norme CEI, certaines particularités peuvent ne pas être couvertes par la norme.

Les connecteurs couverts par la spécification correspondante doivent être désignés selon les indications suivantes et dans l'ordre donné ci-après:

- a) le numéro de la spécification;
- b) les lettres «CEI»;
- c) identification supplémentaire, comme prescrit dans la spécification correspondante.

NOTE – Lorsqu'on utilise une désignation de type CEI pour le marquage du produit ou la description du produit, il est de la responsabilité du fabricant de s'assurer que l'article satisfait aux prescriptions de la spécification correspondante. La CEI en tant qu'organisme ne peut accepter de responsabilité en la matière.

6 Standard ratings and characteristics

The ratings and characteristics applicable to each connector type and style shall be stated in the relevant specification. They should normally cover:

- a short description of the connector construction stating in particular the inner diameter of the outer conductor and, if applicable, the cable types preferred to be used with the connector;
- the reflection factor as a function of frequency for the different grades (if applicable) together with the conditions for which it is valid;
- the working voltage at different altitudes (pressures);
- the climatic categories;
- any other rating or characteristic applicable.

7 Classification into climatic categories

The classification of connectors with regard to climatic conditions is based on IEC 60068-1: Part 1: General and Guidance, and indicated by a series of three sets of digits separated by oblique strokes corresponding respectively to tests at low temperature (minus sign not shown), high temperature, and the number of days of exposure to damp heat, steady state.

The climatic severities to be prescribed by the relevant specification shall preferably, but not necessarily, be selected from the following preferred values:

Low temperature	–40 °C, –55 °C
High temperature	85 °C (category 085), 125 °C and 155 °C
Duration of damp heat, steady state	4 days (category 04), 21 and 56 days

The following two groups are recommended as preferred climatic categories for r.f. connectors:

40/085/21
55/155/21

8 IEC type designation

The purpose of the IEC type designation is to identify a particular connector within the scope of IEC r.f. connector standardization. It is not intended to include information in excess of this. In practice, it is usually necessary to identify a manufacturer's product because, although complying with the IEC standard, there may be features not covered by the standard.

Connectors complying with the relevant specification shall be designated by the following indications and in the order given:

- a) the number of the specification;
- b) the letters "IEC";
- c) additional identification as indicated in the relevant specification.

NOTE – When an IEC type designation is used, either for the marking of the product or in a description of the product, it is the responsibility of the manufacturer to ensure that the item meets the requirements of the relevant specification. The IEC as a body cannot accept responsibility in this matter.

9 Méthodes d'essai

9.1 Généralités

Le présent chapitre contient des méthodes de mesure électriques et mécaniques, des conditions d'environnement et méthodes d'essai à appliquer en particulier pour les essais de type, mais qui sont également applicables pour d'autres essais. En général, les prescriptions ne sont pas directement spécifiées. Cependant, s'il y a lieu, une ou plusieurs sévérités préférentielles sont proposées.

La spécification correspondante doit prescrire les essais, les méthodes de mesure et les procédures, choisis parmi le catalogue d'essai de ce chapitre, applicables à un produit particulier, ainsi que les sévérités et les prescriptions appropriées.

Pour des raisons techniques, certains essais doivent être effectués selon un ordre donné sur les mêmes spécimens. Des spécimens différents peuvent être exigés pour différentes séquences. Puisque pour certains essais les spécimens subissent un traitement qui les exclut de la vente, il est nécessaire, pour des raisons économiques, de former des groupes d'essais appropriés.

Un programme de groupe d'essais prenant en considération ce qui est indiqué ci-dessus est donné dans l'annexe A. Ce programme est considéré comme applicable, en principe, à tous les types de connecteurs, supprimant les essais ou séquences d'essais non requis pour un type ou modèle particulier.

Selon le programme, il convient de soumettre tous les spécimens de l'échantillon d'essai au premier groupe d'essais. L'échantillon est ensuite divisé en un nombre requis de sous-échantillons égaux non inférieurs à quatre paires de connecteurs, sauf indication contraire.

9.1.1 Conditions normales d'essai

Sauf indication contraire, les conditions suivantes s'appliquent:

- les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai, comme spécifié dans la CEI 60068-1;
- avant d'effectuer les mesures, les connecteurs doivent être soumis aux conditions atmosphériques normales d'essai, pendant un temps assez long pour que le connecteur entier puisse atteindre la stabilité thermique;
- les conditions de reprise pour un intervalle de temps entre le conditionnement et la mesure ou l'essai suivant doivent être en accord avec la CEI 60068-1;

Le programme d'essais est donné en 10.3 et les détails du conditionnement en 9.4.

Quand seulement une valeur nominale est donnée pour une contrainte appliquée et/ou la durée d'application, la valeur spécifiée doit être prise pour indiquer la sévérité minimale de l'essai à appliquer.

Les essais doivent être effectués sur les connecteurs tels qu'ils sont reçus du fournisseur. En aucun cas, les parties faisant contact ne doivent être nettoyées ou préparées avant les essais, sauf indication contraire dans la spécification.

S'il est prescrit qu'un câble doit être raccordé au connecteur, le montage de ce câble doit être effectué selon les instructions du fabricant des connecteurs (normalement jointes au matériel).

Les paires de connecteurs doivent être parfaitement accouplées et les connecteurs à verrouillage à vis doivent être serrés avec le couple de blocage normal indiqué dans la spécification correspondante.

9 Test Methods

9.1 General

This section comprises the description of electrical and mechanical measuring methods, environmental conditionings and testing procedures to be used and acceptance for type testing, but which are also applicable to other testing purposes. In general no requirements are directly specified. However, where appropriate, one or more preferred severities are given.

The relevant specification shall prescribe those tests, measuring methods and procedures, taken from the library of tests as contained in this chapter, needed for a specific product, together with the appropriate severities and requirements.

For technical reasons some of the tests have to be carried out in a definite sequence on the same specimens. Separate specimens may be required for different sequences. Since, for some tests the specimens undergo a treatment which excludes them from being sold, it is an economic measure to form appropriate test groups.

A schedule of test groups taking into account the above is shown in annex A. This schedule is expected to be applicable, in principle, to all types of connectors, deleting those tests or sequences not required for a particular type or style.

According to the schedule, all specimens of a test sample should be submitted to the first group of tests. The sample is then split up into the required number of equal sub-samples of not less than four pairs of connectors, unless otherwise specified.

9.1.1 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, the following conditions shall apply:

- tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC 60068-1;
- before measurements are made, the connectors shall be preconditioned under standard atmospheric conditions for testing for a time sufficient to allow the entire connector to reach thermal stability.
- recovery conditions for the interval after a conditioning and the next measurement or test shall be in accordance with IEC 60068-1.

The test schedule is shown in 10.3 and details of conditioning in 9.4.

When a nominal value only is given for an applied stress and/or the duration of application, the specified value shall be taken to indicate the minimum test severity to be applied.

The test shall be carried out with connectors as received from the supplier. In no case shall the contact parts be cleaned or otherwise prepared prior to tests, unless explicitly stated in the specification.

If it is required that a cable shall be attached to a connector, this shall be done in accordance with the connector manufacturer's instructions (normally supplied with the connectors).

Mated sets of connectors shall be fully engaged and screw-coupled connectors shall be tightened to the normal coupling torque quoted in the relevant specification.

Quand le montage est spécifié pour un essai, le connecteur doit être monté de façon sûre sur une plaque rigide, de matière appropriée, avec une bride pour les connecteurs libres ou le moyen normal de fixation pour les connecteurs fixes. Les dimensions de la plaque de montage doivent être supérieures à celles des spécimens.

La fixation et la disposition des câbles/fils pour les essais dynamiques tels que secousses, vibrations et chocs doivent être réalisées selon les instructions de la CEI 60068-2-47. Sauf prescription contraire dans la spécification correspondante, les câbles/fils doivent être fixés sur la table d'essai dans l'axe de la sortie du câble et à une distance de $90 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ de celle-ci. L'extrémité libre du câble doit être maintenue, afin d'éviter une rotation, par une fixation sur un support rigide.

Sauf prescription contraire dans la spécification correspondante, les effets de la force de gravitation, la direction et le niveau du champ magnétique peuvent être ignorés au cours des essais dynamiques.

Pour les connecteurs fixes et soumis à des conditions d'environnement, des précautions doivent être prises afin de s'assurer que le revêtement de surface de la plaque de montage soit compatible avec le corps du connecteur et qu'il n'y ait pas de corrosion électrolytique due à des contacts de métaux différents. Pour les connecteurs étanches, la fixation doit être assurée sur un support d'essai convenable tel que, sans perturbation des joints de panneau, le taux de fuite puisse être mesuré à la fin de la période de reprise après les conditions d'environnement. La partie arrière de ces connecteurs fixés doit être, si nécessaire, protégée. Les extrémités libres de câble doivent être protégées contre les pénétrations d'humidité.

Pour les essais impliquant une exposition à haute température – généralement, la température supérieure de la catégorie climatique comme dans la séquence climatique, les variations rapides de température et l'endurance à haute température – il convient d'utiliser un câble résistant à cette température. La température limite supérieure du câble spécifié peut, cependant, être inférieure à celle du connecteur.

9.1.2 Examen visuel

L'examen visuel doit porter sur:

- a) Le marquage:
il doit être correct en accord avec le 11.2 et être lisible après chaque essai spécifié.
- b) La fabrication:
elle doit être réalisée avec soin et suivant les règles de l'art.
- c) Les détériorations après les essais électriques, mécaniques et climatiques:
sauf indication contraire, il ne doit y avoir aucune détérioration visible susceptible de nuire au fonctionnement.
- d) Le marquage sur l'emballage:
il doit être en accord avec le 11.2.

9.1.3 Dimensions

Les dimensions doivent être vérifiées et être conformes à celles indiquées dans la spécification correspondante.

Toute méthode convenable peut être utilisée sauf que les calibres doivent être utilisés si la spécification correspondante le prescrit.

When mounting is required in a test, the connector shall be securely mounted on a rigid plate of suitable material, using a clamp for free connectors or the normal fixing for fixed connectors. The dimensions of the mounting plate shall be such that the contour of the specimen is exceeded.

Mounting and arrangement of cables/wires for dynamic tests such as bump, vibration and shock, shall be in accordance with IEC 60068-2-47. Unless otherwise specified in the relevant specification cables/wires shall be clamped to the test table in axial alignment at a distance of $90 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ from each cable outlet. The free end of the cable shall be restrained from rotation by clamping to a rigid support.

Unless otherwise indicated in the relevant specification the effects of gravitational force and the direction and level of the prevailing magnetic field may be disregarded when carrying out dynamic tests.

In the case of mounted connectors subjected to environmental conditioning, care shall be taken to ensure that the surface finish of the mounting plate is compatible with that of the connector body so that electrolytic corrosion due to contact of dissimilar metals is avoided. For sealed connectors the mounting shall take the form of a suitable test jig so that without disturbance of the panel seals, the leakage rate may be measured at the conclusion of the recovery period after the environmental conditioning. The back-of-panel portion of such fixed connectors, when appropriate, shall be protected. The free ends of cable shall be protected against the ingress of moisture.

For tests involving exposure to high temperature – usually the upper temperature category as in the climatic sequence, rapid change of temperature and high temperature endurance, a cable with an appropriate temperature capability should be used. The upper temperature limit of the cable specified may, however, be less than of the connector.

9.1.2 Visual inspection

Visual inspection shall include a check on:

- a) The marking:
it shall be correct in accordance with 11.2 and be legible after any of the specified tests.
- b) The manufacture:
it shall have been carried out in a careful and workmanlike manner.
- c) Deterioration after electrical, mechanical and climatic tests:
unless otherwise specified, there shall be no visible deterioration likely to affect the performance.
- d) The marking on the package:
it shall be in accordance with 11.2.

9.1.3 Dimensions

The dimensions shall be checked and shall comply with those specified by the relevant specification.

Any suitable method may be used except that gauges shall be used when specified by the relevant specification.

9.1.3.1 Dimensions extérieures

Les dimensions extérieures doivent être conformes à celles indiquées dans la spécification correspondante. Lorsqu'il est spécifié qu'il s'agit d'un essai lot par lot, ces prescriptions peuvent être vérifiées avant l'assemblage final.

9.1.3.2 Pièces détachées avec matériaux

Les jeux de pièces détachées fournis selon les prescriptions de la spécification correspondante doivent être vérifiés d'après les plans cités dans le dossier ou le certificat d'homologation.

9.1.3.3 Compatibilité mécanique

Les dimensions des faces d'accouplement doivent être en accord avec les dessins donnés dans la spécification correspondante.

L'emploi de calibres pour vérifier cette compatibilité est facultatif. Lorsque ces calibres sont utilisés, les spécimens doivent accepter ces calibres.

9.2 Essais électriques et méthodes de mesure

9.2.1 Facteur de réflexion

9.2.1.1 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 accouplées 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).

9.1.3.1 Outline dimensions

The outline dimensions shall comply with those specified in the relevant specification. When specified as a lot-by-lot inspection, this requirement may be demonstrated prior to final assembly.

9.1.3.2 Piece-parts-with-materials

One set of piece-parts supplied to the requirements of the relevant specification shall be checked with compliance with the drawings quoted on the qualification approval application or certificate.

9.1.3.3 Mechanical compatibility

The dimensions of the mating face shall be in accordance with the mating face drawings prescribed in the relevant specification.

Use of compatibility gauges is optional. When used, specimens shall accept the gauges.

9.2 Electrical tests and measuring procedures

9.2.1 Reflection factor

9.2.1.1 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).

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.

9.2.1.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) limites du facteur de réflexion en fonction de la fréquence selon le niveau;
- b) précision de la mesure;
- c) détails du connecteur d'essai normalisé;
- d) caractéristiques nécessaires du câble approprié;
- e) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.2.1.3 Méthodes de mesure usuelles

9.2.1.4 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 volubateur 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 en 9.2.1.1.

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.

9.2.1.2 Information to be given in the relevant specification

- a) limits for the reflection factor as a function of frequency appropriate to the grade;
- b) measuring accuracy;
- c) details of the standard test connector;
- d) necessary characteristics of the appropriate cable;
- e) any deviation from the standard test method.

9.2.1.3 Normal measuring methods

9.2.1.4 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 9.2.1.1.

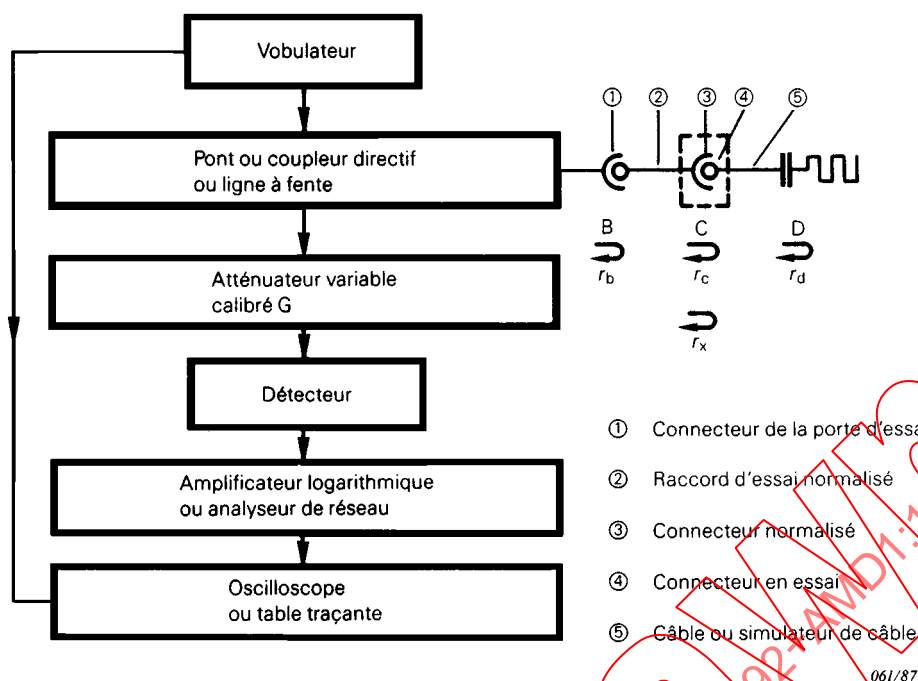


Figure 1 – Méthode du pont, du coupleur ou de la ligne à fente sans reconnaissance des défauts

9.2.1.5 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 noeuds. 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.

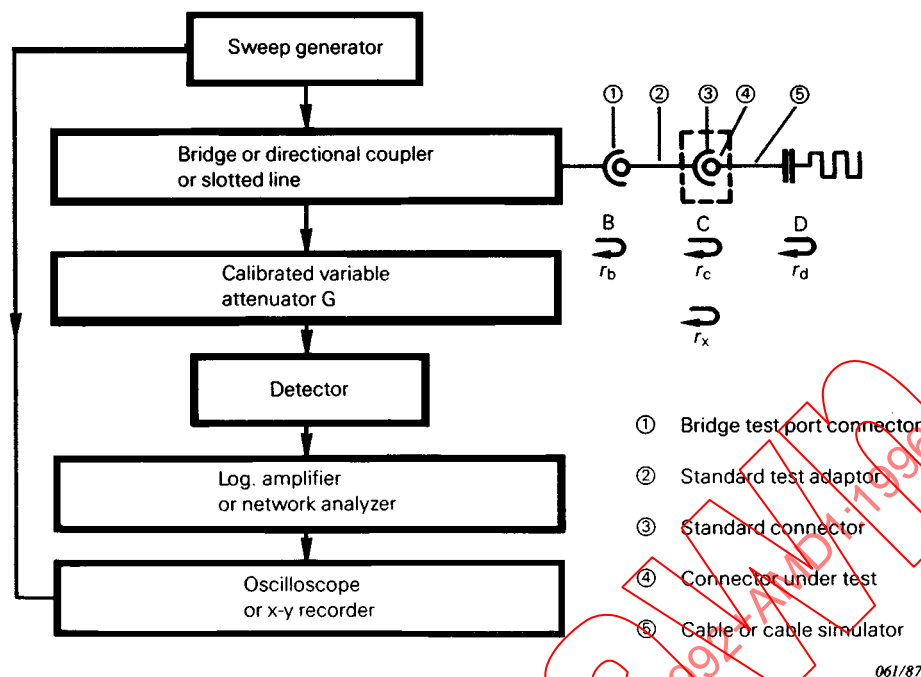


Figure 1 – Bridge, coupler or slotted line method without error recognition

9.2.1.5 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 of whether appreciable disturbances are present.

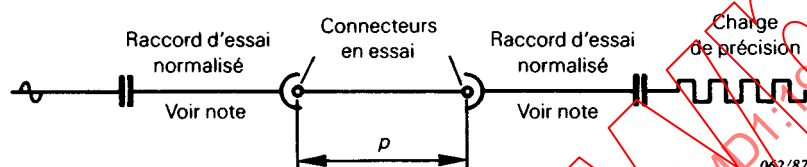
The procedure is illustrated in figure 2. It makes use of the phenomena that for two identical test specimens, which have also equal reflection factors as a function of frequency, the reflections from the two connectors cancel each other each time the distance p between them corresponds to an odd number 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.

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'antinode) 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.

Figure 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 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.

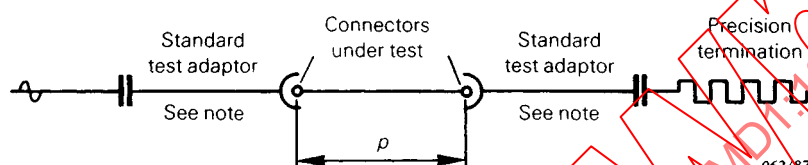
La valeur numérique de facteur de réflexion r correspondant au maximum est portée dans la formule:

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

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.

Figure 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 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:

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

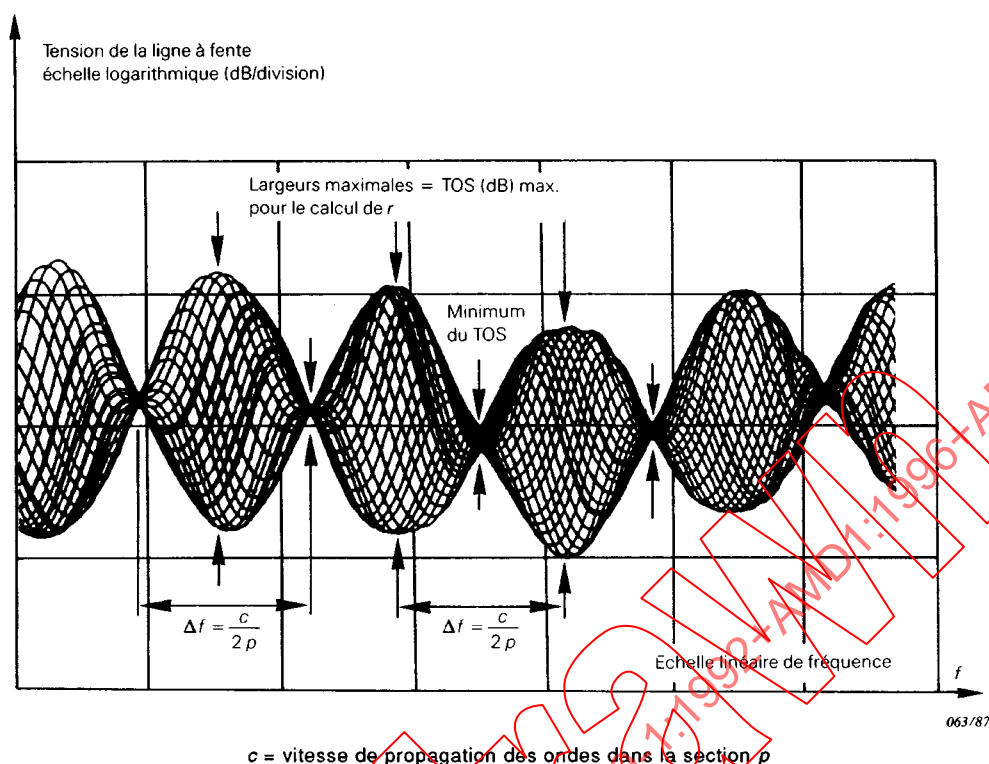
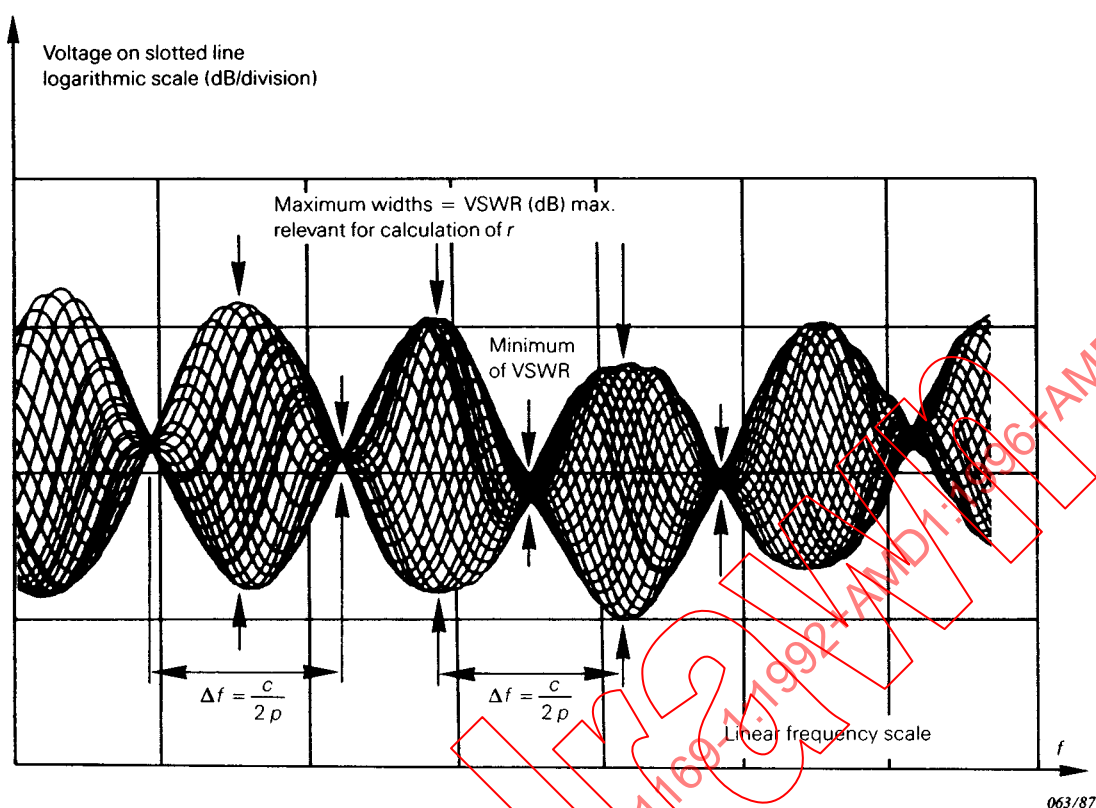


Figure 3 – Tension sur une ligne à fente en fonction de la fréquence
avec la position de la sonde comme paramètre

9.2.1.6 Méthode de mesure permettant la reconnaissance des erreurs

9.2.1.6.1 Utilisation d'un pont

Afin de pouvoir détecter les erreurs, deux modifications sont apportées à la méthode de mesure normale de la figure 1. 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.



c = wave propagation speed in section p

Figure 3 – Voltage on slotted line as a function of frequency with probe position as parameter

9.2.1.6 Measuring methods providing error recognition

9.2.1.6.1 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. 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.

Il convient que la longueur l_2 soit égale à au moins cinq fois la longueur l_1 .

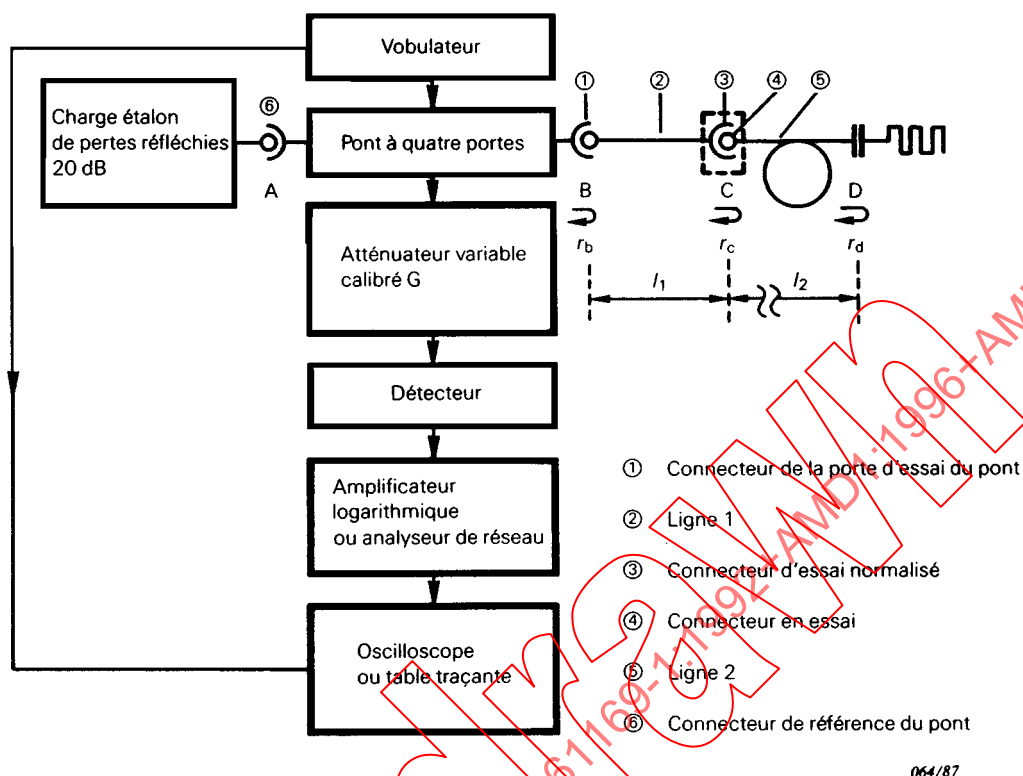


Figure 4 – Méthode du pont avec reconnaissance des erreurs

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:

$$\Gamma_{\text{tot}} = \Gamma_b + \Gamma_c + \Gamma_d$$

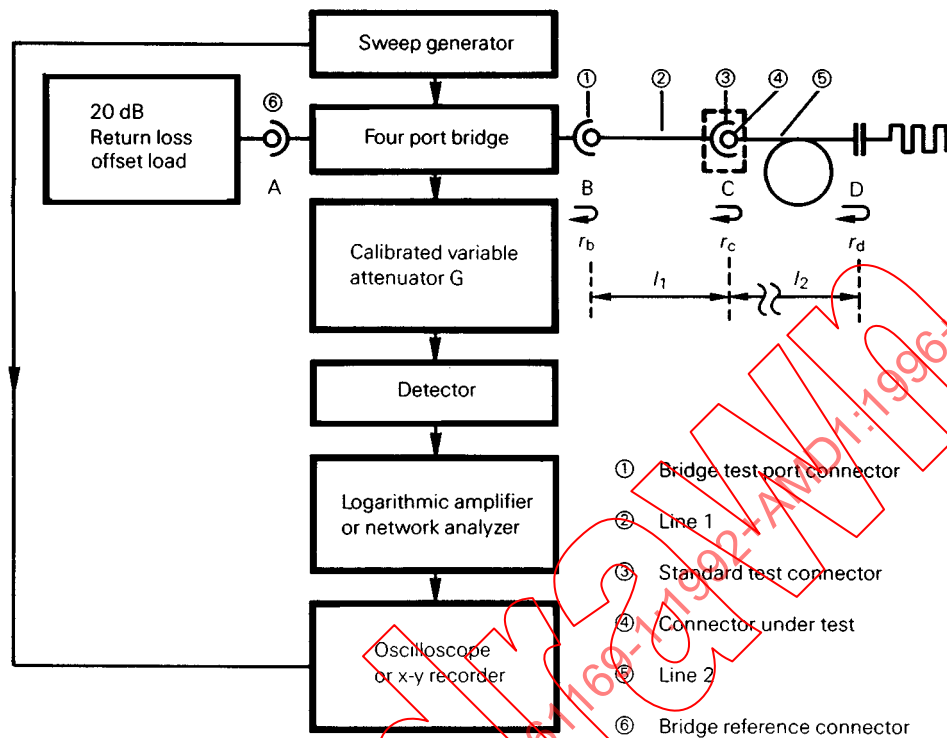
où

Γ_b est dû à la désadaptation voulue et connue du pont à la porte B, Γ_b étant à peu près constant en amplitude. De légères déviations sont dues aux défauts internes de 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.

Γ_c comprend le facteur de réflexion Γ_x du connecteur en essai et celui du connecteur d'essai normalisé. Par sa rotation relative, par rapport à la valeur complexe Γ_b , il crée l'ondulation E, représentée dans les figures 5 et 6b.

Γ_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 $l_2 = 5 l_1$.

The length l_2 should be made at least five times l_1 .



064/87

Figure 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:

$$\Gamma_{\text{tot}} = \Gamma_b + \Gamma_c + \Gamma_d$$

where

Γ_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 line lengths between the bridge-elements and the test and reference ports B and A.

Γ_c includes the reflection factor Γ_x of the connector under test and that of the standard test connector. By its rotation relative to the complexor Γ_b it causes the ripple E, as shown in figures 5 and 6b.

Γ_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 $l_2 = 5 l_1$.

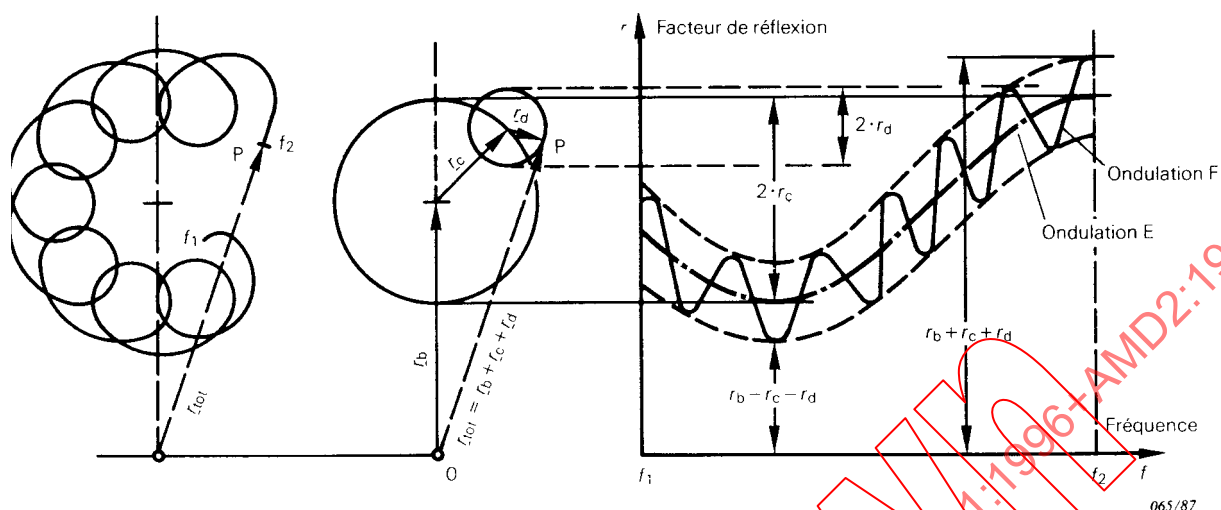


Figure 5 – Diagramme complexe (phase) selon le montage de la figure 4

En détection logarithmique, la représentation de la courbe sur une table traçante montrera, en ordonnée, 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 $r_c(r_d)$ est faite par calcul, pour lequel les figures 6b et 6c 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.

The swept-frequency range and the electrical lengths of both lines should be chosen so 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.

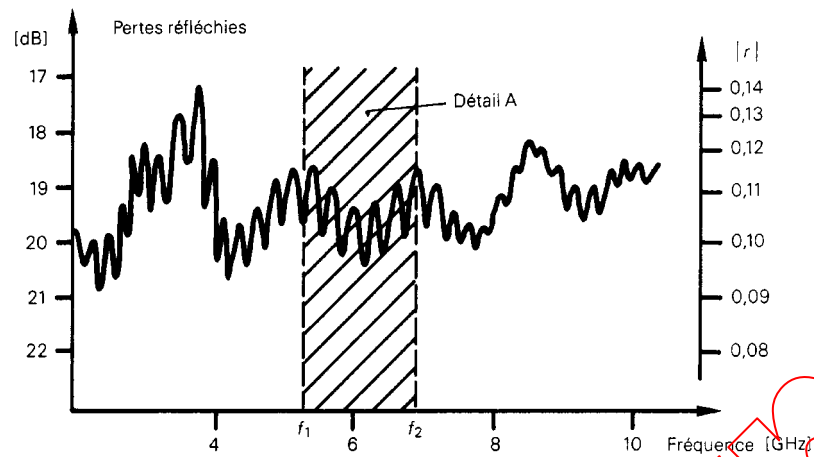


Figure 6a – Mesure des pertes réfléchies, exemple selon le montage de la figure 4

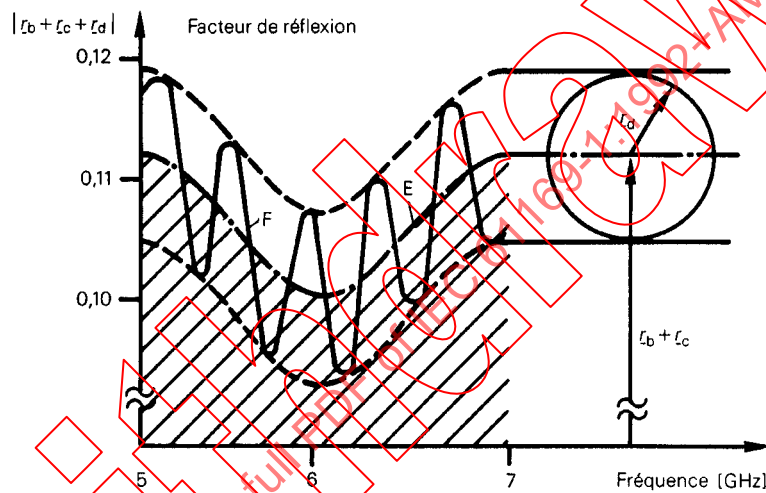


Figure 6b – Détail A, converti en facteur de réflexion. Elimination de r_d en faisant la moyenne de F. Les valeurs en ordonnée de la surface hachurée correspondent à la somme $l_b + l_c$

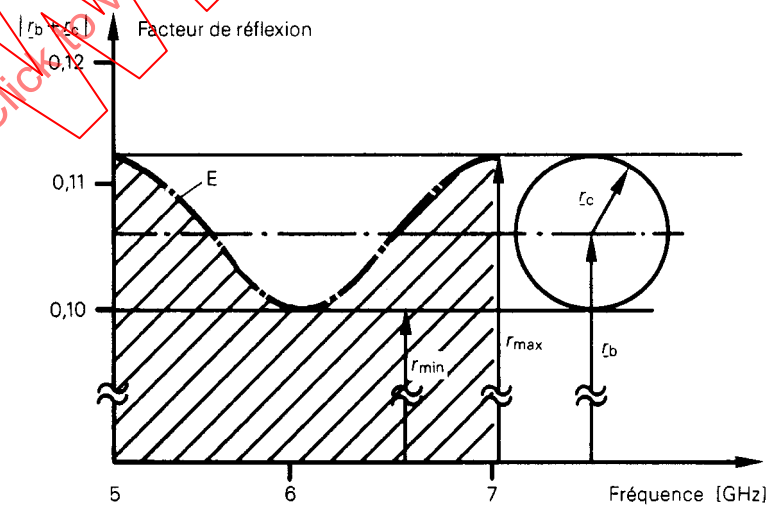


Figure 6c – Extraction de r_c (ondulation E) en divisant la différence $r_{\max} - r_{\min}$ par 2. r_c est le facteur de réflexion de connecteur en essai (incluant la réflexion du connecteur d'essai normalisé en C de la figure 4)

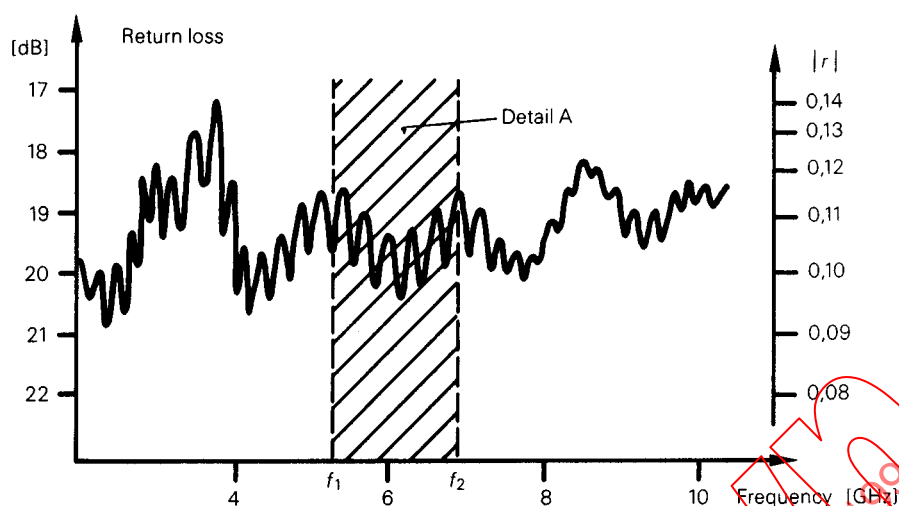


Figure 6a – Return loss measurement, example according to the set-up in figure 4

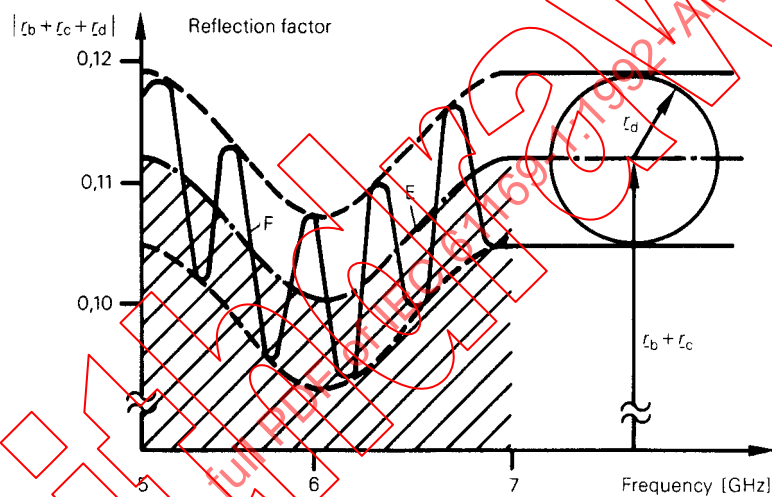


Figure 6b – Detail A, converted to reflection factor. Elimination of r_d by averaging out F. Ordinate values of shaded area correspond to the sum $r_b + r_c$

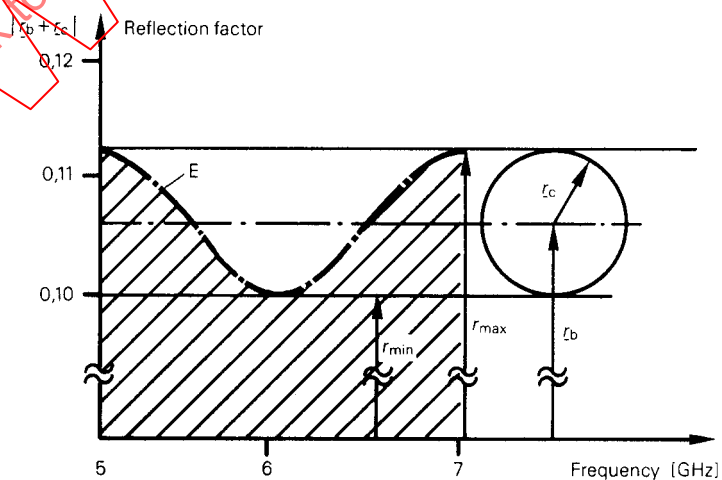


Figure 6c – Extraction of r_c (ripple E) by dividing the difference $r_{\max} - r_{\min}$ by 2. r_c is the reflection factor of the connector under test (including the reflection of the standard test connector at C in figure 4)

9.2.1.6.2 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, avec une discontinuité brusque en B: $r_{\text{étalon}} \sim 0,1$ (~ 20 dB de pertes réfléchies), adaptée à Z_0 à sa sortie.

La procédure de mesure est identique à celle qui est décrite en 9.2.1.6.1 pour la méthode du pont avec reconnaissance des erreurs.

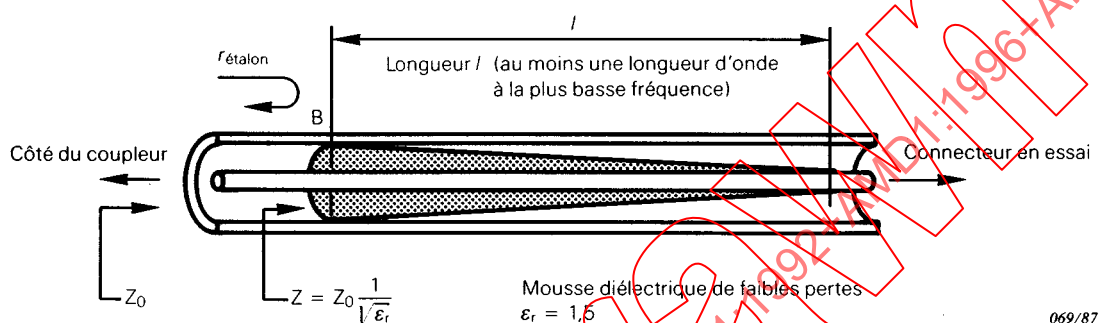


Figure 7 – Discontinuité d'impédance à large bande fonctionnant comme un élément de réflexion et de transmission partielles de faibles pertes

9.2.1.6.3 Méthode alternative pour cas spéciaux

Si le connecteur à 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.

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.

9.2.1.6.4 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;
- 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 .

9.2.1.6.2 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, with a sharp discontinuity at B: $r_{\text{offset}} \sim 0,1$ (~ 20 dB return loss), matched to Z_0 at its output.

The measuring process is similar to that described under 9.2.1.6.1 for the bridge method with error recognition.

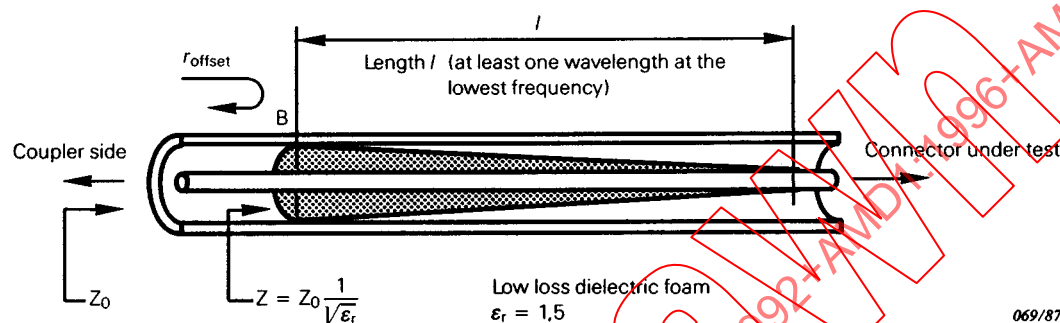


Figure 7 – Broadband impedance discontinuity acting as a low loss partial reflection and transmission element

9.2.1.6.3 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.

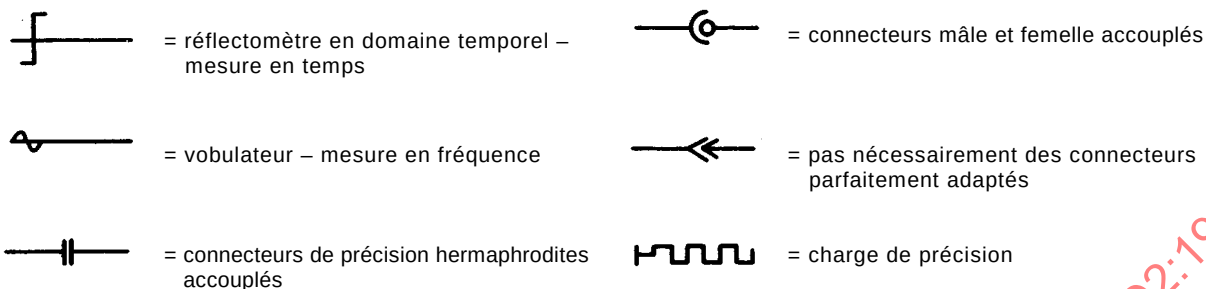
NOTE – Resonance reflections can be detected when using any of the three procedures described above. Such reflections create sharp irregularities in the reflection sum curve.

9.2.1.6.4 Remarks on remaining errors

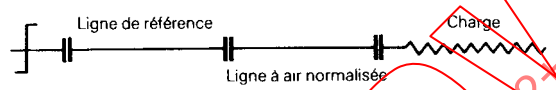
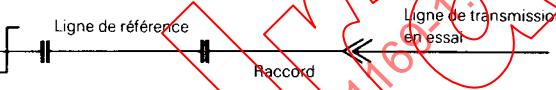
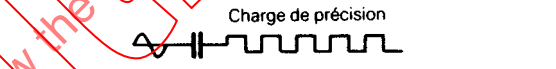
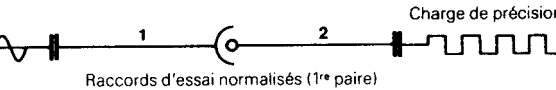
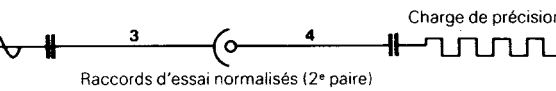
There are a few remaining errors not eliminated by the procedure described:

- 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;
- 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 .

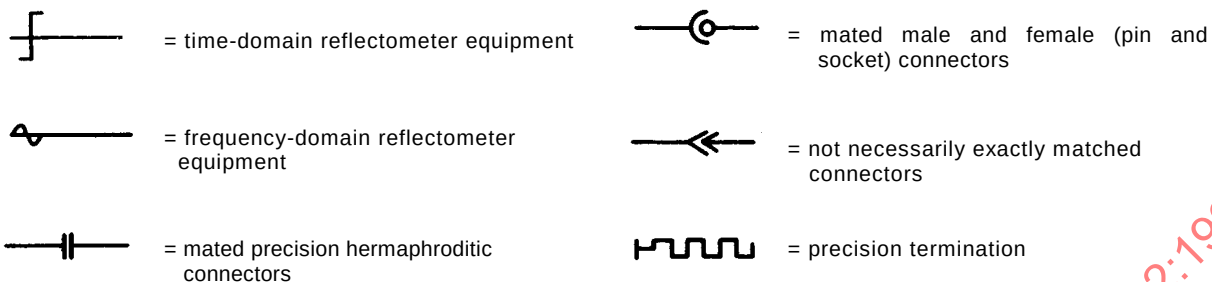
9.2.1.7 Procédure classique pour mesurer le facteur de réflexion – Symboles graphiques:



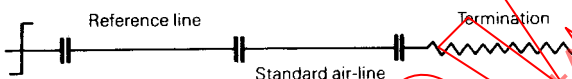
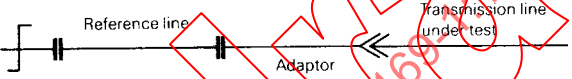
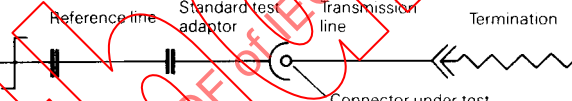
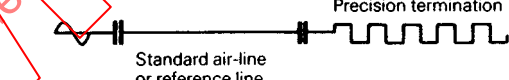
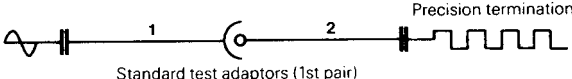
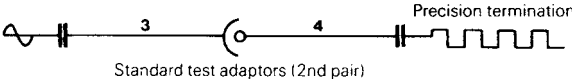
9.2.1.7.1 Mise en oeuvre et vérification de l'équipement, sélection des éléments et lignes appropriés pour l'utilisation pendant les mesures ultérieures

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 (1, 2, 3 et 4)		Les raccords d'essai normalisés peuvent également être vérifiés accouplés en croix et inversés
		

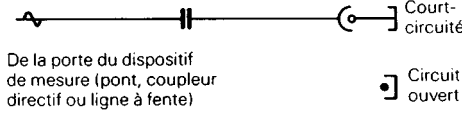
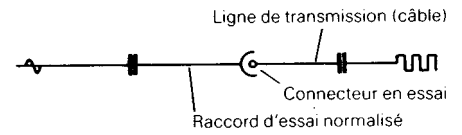
9.2.1.7 Typical procedure for the measurement of reflection factor – Graphical symbols:



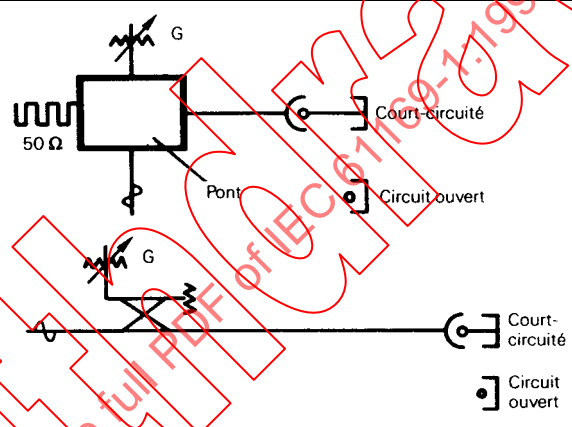
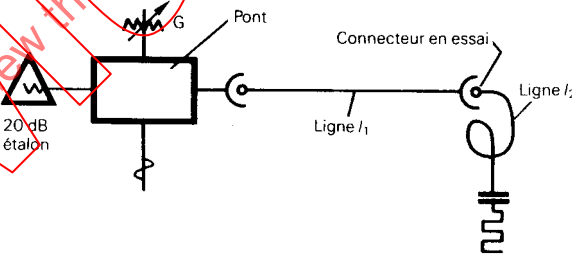
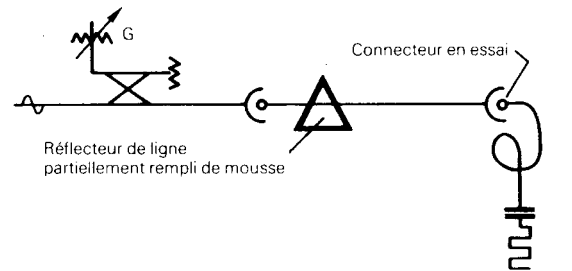
9.2.1.7.1 Setting-up and verification of equipment, selection of suitable elements and lines for use during subsequent measurements

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
		

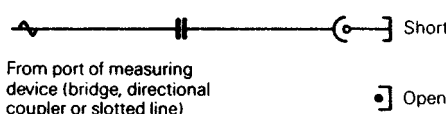
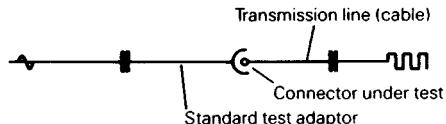
9.2.1.7.2 Méthodes sans reconnaissance des erreurs selon 9.2.1.1

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 9.2.1.2	 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

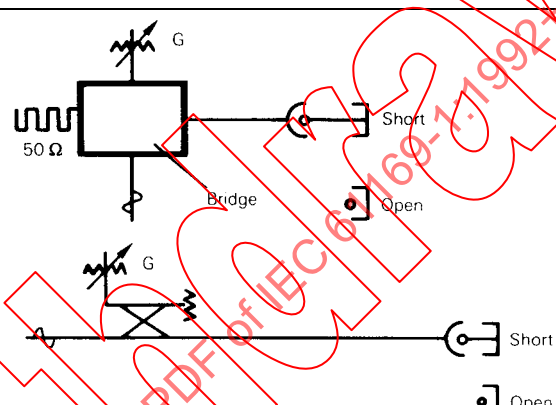
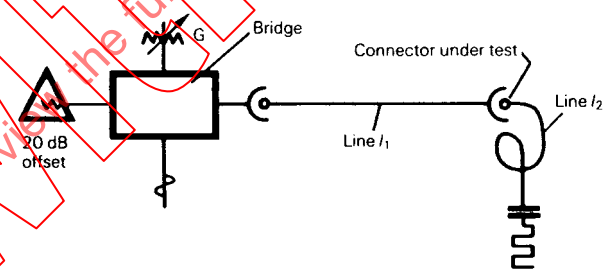
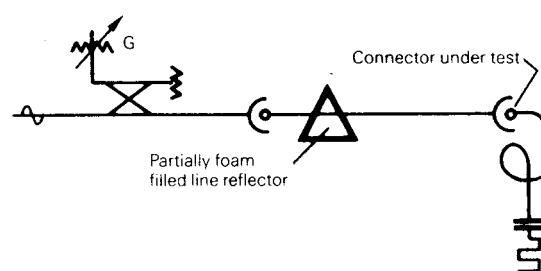
9.2.1.7.3 Méthodes avec reconnaissance des erreurs selon 9.2.1.4

Objet	Méthode d'essai	Observations
Etablissement des courbes de calibration des pertes réfléchies en décibels	 50 Ω Pont Court-circuité Circuit ouvert	Fermer la porte de référence avec une charge adaptée. Relever le tracé moyen entre la courbe en circuit ouvert et court-circuit pour 0 dB. Tracer le réseau des pertes réfléchies en changeant l'atténuateur G de façon à avoir un écart pratique
Mesure de la somme des facteurs de réflexion selon les figures 6a à 6c, page 48 et déduction du facteur de réflexion r_c	 20 dB étalon Pont Connecteur en essai Ligne I₁ Ligne I₂	Position initiale de l'atténuateur G à 0 dB. Introduire l'étalon 20 dB à la porte de référence du pont
Mesure de la somme des facteurs de réflexion selon les figures 6a à 6c et déduction du facteur de réflexion r_c	 Connecteur en essai Réflecteur de ligne partiellement rempli de mousse	Position initiale de l'atténuateur G à 0 dB. Introduire le réflecteur de ligne à changement d'impédance à l'entrée du coupleur directif
Correction des pertes réfléchies mesurées, si nécessaire	Vérifier l'affaiblissement de la ligne air	Pertes réfléchies vraies: pertes réfléchies mesurées moins deux fois les pertes de la ligne I ₁

9.2.1.7.2 Methods without error recognition according to 9.2.1.1

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)	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 9.2.1.2	 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

9.2.1.7.3 Methods with error recognition according to 9.2.1.4

Purpose	Test method	Notes
Generation of a grid of decibel return loss calibration curves		Terminate reference port with matched load. Draw the average trace between open and short for 0 dB and plot the return loss grid by altering the attenuator G setting in convenient steps
Measuring the reflection factor sum according to figures 6a to 6c, page 49 and deduction of reflection factor r_c	 20 dB offset	Initial position of attenuator G at 0 dB. Introduce 20 dB offset at reference port of bridge
Measuring the reflection factor sum according to figures 6a to 6c and deduction of reflection factor r_c	 Partially foam filled line reflector	Initial position of attenuator G at 0 dB. Introduce line reflector with impedance step at directional coupler side
Correction of measured return loss, if necessary	Check air line attenuation	Real return loss: measured return loss minus two times line I_1 loss

9.2.1.8 Méthode du réflectomètre en domaine temporel (RDT)

9.2.1.8.1 Considérations théoriques

En admettant que le signal incident ait la forme idéale d'un échelon de tension, le signal réfléchi $s(t) = r(t)$ est transformé en un facteur de réflexion complexe, fonction de la fréquence, par:

$$r(\omega) = j\omega \int_0^T s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

où 0 à T est l'intervalle de temps comprenant la partie de $s(t)$ due à la réflexion en provenance du connecteur en essai.

En fixant la limite supérieure de fréquence à des valeurs telles que $\omega T < 1$, $e^{-j\omega t} \approx 1$, cela permet de simplifier l'expression:

$$r(\omega) = 2\pi f \int_0^T s(t) \cdot dt = A \cdot f \quad A = 2\pi \int_0^T s(t) \cdot dt$$

La figure 8 montre un exemple d'enregistrement au RDT.

NOTE – Comme seule l'amplitude du facteur de réflexion est importante, le signe de l'intégrale du signal réfléchi n'est pas indiqué. Un signe positif résulte d'une induction série, un signe négatif d'une capacité parallèle perturbatrice.

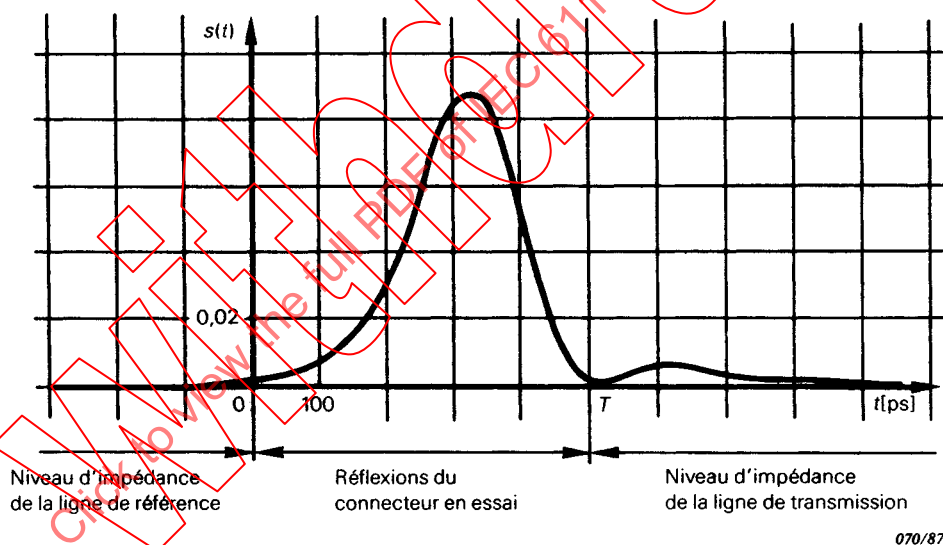


Figure 8 – Exemple d'un enregistrement de mesure au RDT

Dans cet exemple, la surface sous la courbe de 0 à T est:

$$\int_0^T s(t) \cdot dt = 17,5 \text{ ps}$$

Donc à 100 MHz: $r = 0,011$.

9.2.1.8 Method of time-domain reflectometry (TDR)

9.2.1.8.1 Theoretical considerations

Assuming the incident signal has the ideal form of a step function the reflected $s(t) = r(t)$ is converted to the complex reflection factor as a function of frequency by:

$$r(\omega) = j\omega \int_0^T s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

where 0 to T is the time interval comprising the portion of $s(t)$ due to the reflection arising from the connector under test.

Restricting the upper frequency limit to values such that $\omega T < 1$, $e^{-j\omega t} \approx 1$, allows the expression to be simplified to:

$$r(\omega) = 2\pi f \int_0^T s(t) \cdot dt = A \cdot f$$

$$A = 2\pi \int_0^T s(t) \cdot dt$$

Figure 8 shows an example of a time-domain reflectometer recording.

NOTE – As only the magnitude of the reflection factor is of importance the sign of the reflected signal integral is omitted. A positive sign results from an inductive series, a negative sign from a capacitive parallel disturbing element.

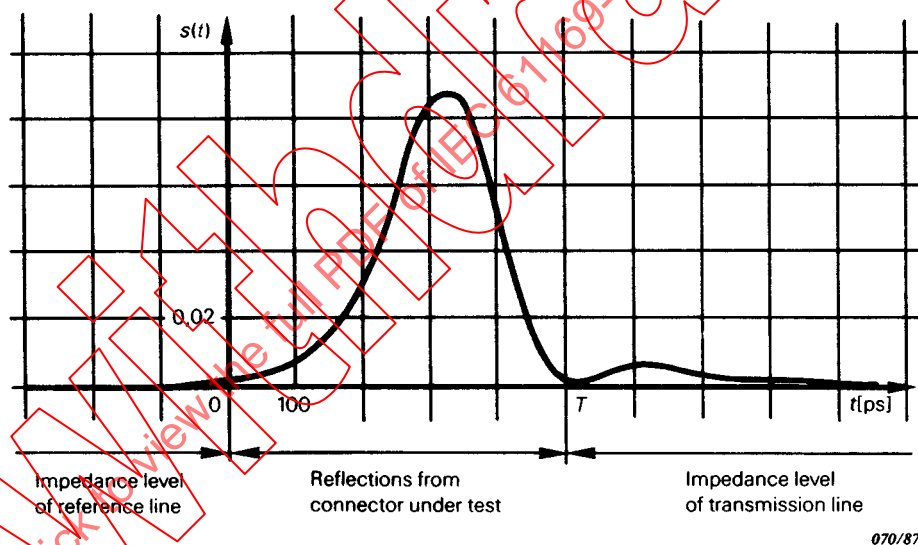


Figure 8 – Example of a time-domain reflectometer measurement recording

In the example, the surface under the curve from 0 to T is:

$$\int_0^T s(t) \cdot dt = 17,5 \text{ ps}$$

Therefore at 100 MHz: $r = 0,011$.

9.2.1.8.2 Procédure de mesure

La vérification du matériel et des accessoires utilisés est effectuée comme indiqué dans les trois premières cases du tableau du 9.2.1.7.1. Le montage du banc de mesure est représenté à la figure 9.

Pour le calcul du facteur de réflexion, un enregistrement permanent de la courbe sera nécessaire (la lecture sur l'oscilloscope n'est généralement pas assez précise).

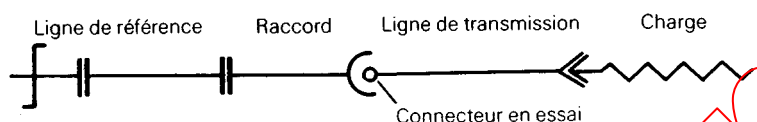


Figure 9 – Montage utilisé pour la mesure de facteur de réflexion en domaine temporel

L'échelle du temps et celle du facteur de réflexion d'un RDT doivent être calibrées par des références indépendantes. Pour l'échelle du temps, cela peut être fait en utilisant des lignes à air de longueur connue, en déplaçant des courts-circuits ou par des étalons de temps. L'échelle du facteur de réflexion est calibrée en utilisant des désadaptations d'impédances connues ou des signaux d'entrée d'amplitude connue. Pour un calibrage de routine lors des mesures, le procédé par circuit ouvert et par court-circuit est également satisfaisant.

En plus du calibrage, il convient que l'équipement de mesure soit vérifié par les détections d'erreurs suivantes:

- la forme de l'échelon doit être réglée pour avoir un minimum d'ondulations et d'irrégularités avant le calibrage;
- les pertes dans les lignes dans l'air et les câbles déforment la marche incidente. Des longueurs excessives doivent être en principe évitées;
- les multiples réflexions du système de mesure qui s'ajoutent à la réflexion du connecteur en essai, en particulier si le système comporte des composants non adaptés. Leur effet peut être minimisé en sélectionnant des lignes dans l'air et des câbles d'une longueur telle que les réflexions des différentes sources soient séparées dans le temps;
- les mauvaises connexions ou les charges non blindées peuvent créer des interférences dans le système de mesure;
- des erreurs proviennent souvent de l'incertitude dans la définition de la droite correspondant au facteur de réflexion zéro, ce qui est particulièrement important si les signaux réfléchis sont faibles.

9.2.1.8.3 Gamme de fréquences

En admettant une longueur maximale de 50 mm du connecteur en essai et un échelon de tension ayant un temps de montée inférieur à 200 ps, la méthode du RDT a une précision généralement suffisante dans une gamme de fréquences allant jusqu'à 200 MHz, en se servant de la formule appropriée pour la conversion en domaine de fréquence.

NOTE – Une augmentation lente au lieu d'un échelon abrupt du signal d'entrée a, à part la restriction de la gamme de fréquences, l'effet de niveler et d'allonger le signal réfléchi et ainsi de diminuer son amplitude, ce qui diminue la précision.

9.2.1.8.4 Lorsque des connecteurs sont utilisés avec des câbles semi-rigides, il peut être souhaitable de stabiliser l'ensemble par des cycles de température entre –40 °C et 90 °C avant d'effectuer la mesure du facteur de réflexion.

9.2.1.8.2 Measuring procedure

The verification of the equipment and the elements used is carried out as shown in the first three boxes of the table in 9.2.1.7.1. The set-up for carrying out the measurement is illustrated by figure 9.

The reflection factor calculation, a permanent record of the reflected waveform shall be made (reading from the screen is usually not accurate enough).

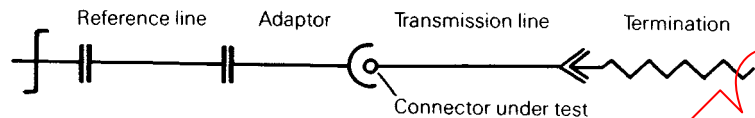


Figure 9 – Equipment set-up for the measurement of reflection in time domain

Both the time and the reflection factor scales of the TDR equipment shall be calibrated by independent references. For the time scale, this can be done by using air lines of known length, sliding short-circuits or by time standards. The reflection factor scale is calibrated by using known impedance mismatches or input signals of known amplitude. For routine calibration between measurements, open or short-circuiting is also satisfactory.

In addition to the calibration, the measuring equipment should be checked for the following sources of error:

- the step form shall be adjusted for minimum ripple and irregularities before the calibration;
- losses in air lines and equipment cables distort the incident step. Excessive lengths should be avoided;
- multiple reflections in the measuring system added to the reflection from the connector under test, especially if the system includes unmatched components. Their effect can be minimized by selecting the lengths of air lines and cables so that the reflections from different sources are separated in time;
- leaky connections or unshielded terminations may cause interference signals in the measuring system;
- errors are often due to an uncertainty in defining the line corresponding to zero reflection. This is particularly important if the reflected signals are small.

9.2.1.8.3 Frequency range

Assuming a maximum length of the connector under test of 50 mm and a step signal with a rise time of not more than 200 ps, the TDR method usually permits adequate accuracy up to 200 MHz, using the appropriate formula for the conversion into the frequency domain.

NOTE – A gradual increase instead of a sudden step of the input signal has, besides the restriction of frequency range, the effect of flattening the reflected signal and thus of lowering its amplitude, which in turn diminishes the accuracy.

9.2.1.8.4 When connectors are used with semi-rigid cable it may be desirable to stabilize the assembly by temperature cycling between –40 °C and 90 °C before carrying out the reflection factor measurement.

9.2.2 Puissance nominale

9.2.2.1 Définitions

La puissance nominale est la puissance d'entrée pour laquelle ni la tension crête de service ni la température maximum du diélectrique du connecteur ne sont dépressées, si le connecteur est fermé sur son impédance caractéristique.

La valeur de la puissance nominale limitée par la tension est définie comme suit:

$$P_{u,max} = \frac{U_{max}^2}{2 Z}$$

où

U_{max} est la tension crête de service;

Z est l'impédance caractéristique;

$P_{u,max}$ implique une excitation sinusoïdale en régime continue.

La valeur de la puissance nominale limitée par la température est définie par l'état stable de la puissance pour lequel le conducteur intérieur atteint sa température maximum conformément au tableau 1 ci-dessous (ou bien conformément à la catégorie climatique). La valeur nominale est établie pour une température ambiante de 40 °C.

Tableau 1

Matériaux de diélectrique	Température maximum du conducteur intérieur
Polyéthylène (LD-PE)	85 °C
Polytétrafluoréthylène (PTFE)	200 °C
Polyfluoréthylène propylène (FEP)	180 °C

9.2.2.2 Conditions générales de mesure

Les connecteurs seront fixés au câble approprié conformément aux instructions du constructeur.

L'échantillon sera placé horizontalement dans un endroit non exposé aux courants d'air, permettant la libre convection de l'air, et protégé de l'influence des autres sources de chaleur.

La durée du test doit être suffisamment longue pour qu'un équilibre thermique s'établisse.

9.2.2.3 Formule de transformation pour la température

Les conditions d'essai sont parfois telles que la température standard ambiante de 40 °C ne peut être réalisée et/ou la température maximum du conducteur intérieur ne peut être maintenue. Dans ce cas, la formule approximative suivante doit être utilisée:

$$P = P_1 \left(\frac{t - T}{t_1 - T_1} \right)^{1,14}$$

où la gamme des valeurs pour t_1 et T_1 est la suivante:
 t_1 de $(t - 15)$ à t
 T_1 de 15 °C à 40 °C

T_1 = température ambiante pendant l'essai

T = température ambiante standard (40 °C)

t_1 = température du conducteur intérieur pendant l'essai

t = température maximum du conducteur intérieur (voir tableau 1 du 9.2.2.1 ou conformément à la catégorie climatique)

P_1 = puissance d'entrée mesurée dans les conditions t_1 et T_1

P = puissance nominale (température limite)

9.2.2 Power rating

9.2.2.1 Definitions

Power rating is the input power at which neither the peak working voltage nor the maximum dielectric temperature of the connector are exceeded if the connector is terminated in its characteristic impedance.

The nominal value of voltage-limited power rating is defined as follows:

$$P_{u,\max} = \frac{U_{\max}^2}{2 Z}$$

where

$U_{\max}$ is the peak working voltage;

Z is the characteristic impedance;

$P_{u,\max}$ implies sinusoidal c.w. excitation.

The nominal value of temperature-limited power rating is defined by the steady state power at which the inner conductor reaches its maximum temperature as per table 1 below (alternatively as per climatic category). The nominal value is stated for an ambient temperature of 40 °C.

Table 1

Dielectric material	Maximum inner conductor temperature
Polyethylene (LD-PE)	85 °C
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	200 °C
Fluorinated ethylene propylene (FEP)	180 °C

9.2.2.2 General measuring conditions

Cable connectors shall be attached to the appropriate cable, as per manufacturer's instructions.

The specimen shall be placed horizontally in still air, allowing free air convection, and screened from the influence of other heat sources.

The test duration shall be long enough to establish thermal balance.

9.2.2.3 Conversion formula for temperature

Sometimes test conditions are such that the standard ambient temperature of 40 °C cannot be achieved and/or the maximum inner conductor temperature cannot be maintained. In this case, the following approximate formula should be used:

$$P = P_1 \left(\frac{t - T}{t_1 - T_1} \right)^{1.14}$$

where the range of values

t_1 and T_1 is as follows:

t_1 from $(t - 15)$ to t

T_1 from 15 °C to 40 °C

T_1 = ambient temperature during test

T = standard ambient temperature (40 °C)

t_1 = inner conductor temperature under test

t = maximum inner conductor temperature (see table 1 of 9.2.2.1 or per climatic category)

P_1 = measured input power under conditions t_1 and T_1

P = power rating (temperature-limited)

9.2.2.4 Méthodes de mesures

Idéalement, l'échantillon est fermé sur son impédance caractéristique et est alors alimenté avec une puissance radio fréquence jusqu'à ce que la tension d'utilisation maximum ou la température maximum du conducteur intérieur soient atteintes, mais pas dépassées. Pratiquement, cela n'est pas souvent possible et les conditions électriques et thermiques doivent être obtenues par d'autres méthodes équivalentes. Les trois méthodes suivantes sont décrites ci-après:

méthode directe

méthode de la ligne à anneau

méthode par résonance

9.2.2.4.1 Méthode directe

Cette méthode est limitée à des petits/moyens composants en raison de la puissance demandée au générateur. Il n'y a pas de limite dans les bandes de fréquence, autre que celles de l'échantillon lui-même.

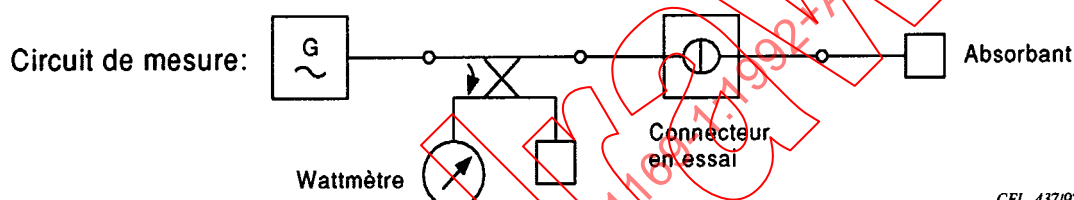


Figure 10 – Méthode directe

La désadaptation a pour résultat une erreur de mesure comme suit:

$$u = 100 \left[\frac{(1 + s)^2}{4s} - 1 \right] \text{ en \%}$$

s = ROS de la ligne

u = erreur maximum

L'erreur maximum est obtenue pour le courant minimum.

9.2.2.4.2 Méthode de la ligne en anneau

Cette méthode requiert l'utilisation des relations de phases d'un coupleur directionnel, relativement aux propriétés de résonance de la ligne en anneau. Les caractéristiques d'un coupleur directionnel avec des portes adaptées 2, 3 et 4 sont définies comme suit:

Directivité $a_D = 10 \log \frac{P_3}{P_4} \text{ en dB}$

Pertes de couplage $a_K = 10 \log \frac{P_1}{P_3} \text{ en dB}$

Pertes en ligne $a_{1,2} = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \text{ en dB}$

9.2.2.4 Measuring Methods

Ideally, the specimen is terminated in its characteristic impedance and then fed with RF power until maximum working voltage or maximum inner conductor temperature is reached, but not exceeded. In practice, this is not very often possible, and the electrical and thermal conditions have to be obtained by other, equivalent, methods. The following three methods are described below:

direct method

ring line method

resonance method

9.2.2.4.1 Direct method

Due to required generator output this method is limited to small/medium diameter components. There are no limitations in frequency range, other than those of the specimen itself.

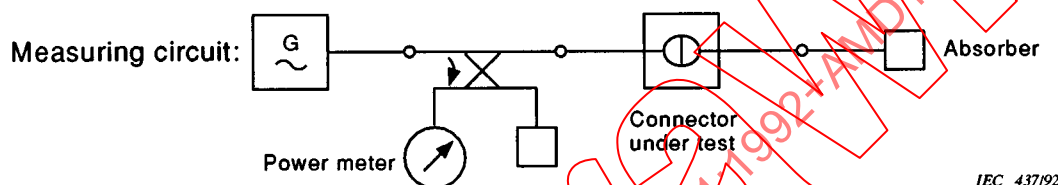


Figure 10 – Direct method

Mismatch results in measuring error as follows:

$$u = 100 \left[\frac{(1 + s)^2}{4s} - 1 \right] \text{ in } \%$$

s = line VSWR

u = maximum error

The maximum error occurs in the current minimum.

9.2.2.4.2 Ring line method

This method makes use of phase relations of a directional coupler, in connection with the resonance properties of a ring line. The characteristics of a directional coupler with matched ports 2, 3 and 4 are defined as follows:

Directivity $a_D = 10 \log \frac{P_3}{P_4} \text{ in dB}$

Coupling loss $a_K = 10 \log \frac{P_1}{P_3} \text{ in dB}$

Longitudinal loss $a_{1,2} = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \text{ in dB}$

Méthode du couplage constant

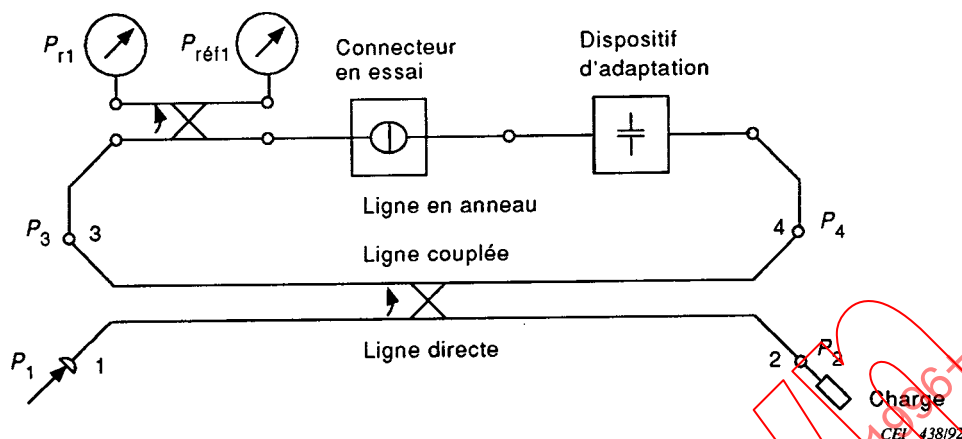


Figure 11 – Méthode de la ligne en anneau avec couplage constant

La puissance circulant dans la ligne en anneau est un multiple de la puissance P_1 appliquée à la porte 1 si les conditions suivantes sont respectées:

la porte 2 est fermée sur une charge à faible ROS;

la ligne en anneau est adaptée à l'impédance caractéristique de la ligne couplée (portes 3 et 4) du coupleur directionnel;

la longueur électrique d'une ligne en anneau est $l_{e1} = n \cdot \lambda_0$;

quand n = un nombre entier;

λ_0 = longueur d'onde dans le vide à la fréquence de mesure.

Le connecteur en essai est en série avec un coupleur directif équipé d'un wattmètre calibré et d'un réflectomètre. Le dispositif d'adaptation (par exemple un segment de ligne avec un réglage des vis) sert à compenser les réflexions résiduelles de la ligne en anneau.

Le rapport entre la puissance multipliée et la puissance absorbée P_1 est généralement comme suit:

$$\frac{\text{Puissance multipliée}}{P_1} = \left(\frac{K}{1 - A \sqrt{1 - K^2}} \right)^2$$

quand: $A = 10^{-a/20}$

avec facteur de transmission de la ligne de transmission
 a = perte de la ligne en anneau en dB;

$K = 10^{-a_k/20}$

P_{r1} est maximum pour $A^2 + K^2 = 1$;

Dans tel cas $\frac{P_{r1}}{P_1} = \frac{1}{K^2}$

Dans ce cas, la puissance absorbée totale P_1 alimente la ligne en anneau. Cette condition est montrée figure 12.

Method with constant coupling

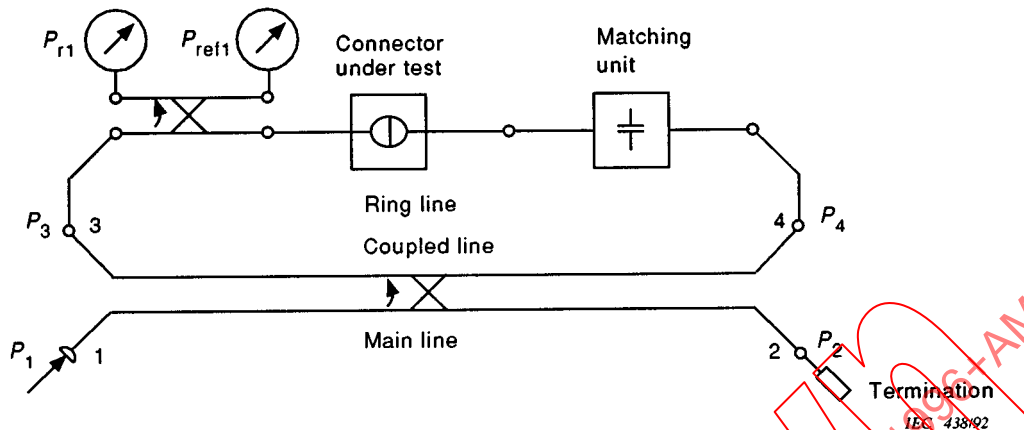


Figure 11 – Ring line method with constant coupling

The power circulating in the ring line is a multiple of the power P_1 fed into port 1 if the following conditions prevail:

the port 2 is low VSWR terminated;

the ring line is matched to the characteristic impedance of the side line (ports 3 and 4) of directional coupler;

the electrical length of the ring line is $l_{e1} = n \times \lambda_0$,

where $n =$ a whole number;

$\lambda_0 =$ free space wave length at measuring frequency.

The connector under test is in series with a directional coupler having calibrated power and reflection meters. The matching unit (e.g. a line segment with tuning screws) serves to compensate for residual ring line reflections.

The ratio of multiplied power to input power P_1 is generally as follows:

$$\frac{\text{Multiplied power}}{P_1} = \left(\frac{K}{1 - A \sqrt{1 - K^2}} \right)^2$$

where: $A = 10^{-a/20}$

transmission factor of the transmission line with

$a =$ ring line loss in dB;

$K = 10^{-a_k/20}$

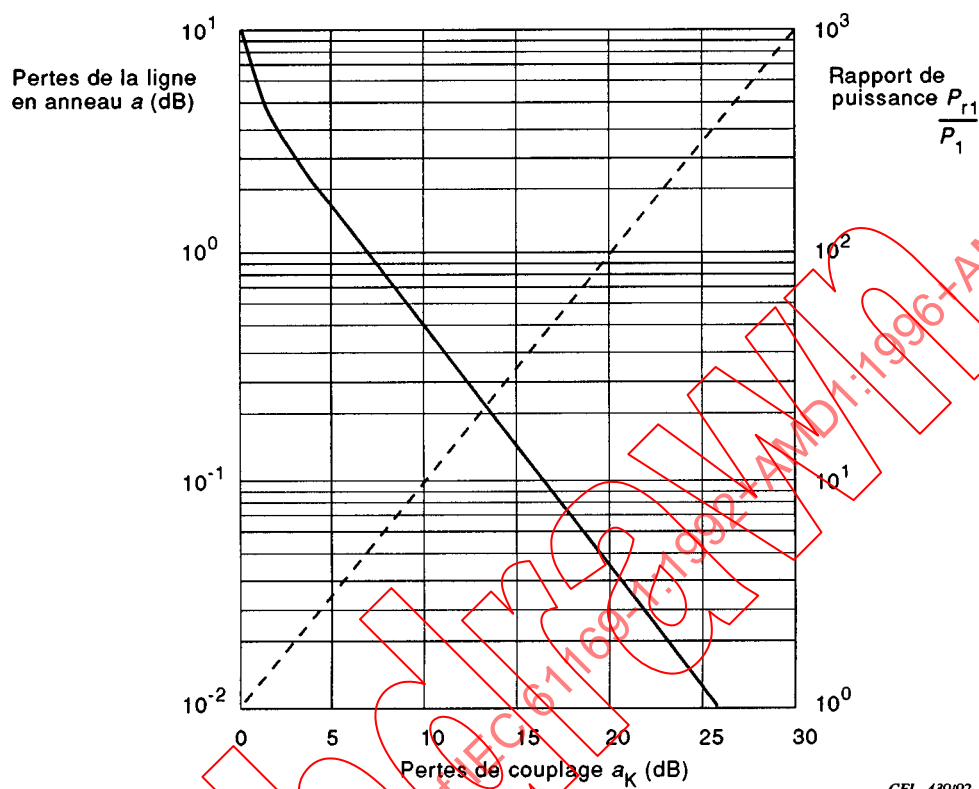
coupling factor of the main line directional coupler;

P_{r1} is maximum for $A^2 + K^2 = 1$;

$$\text{In which case } \frac{P_{r1}}{P_1} = \frac{1}{K^2}$$

In this case, the full input power P_1 feeds into the ring line. This condition is shown in figure 12.

Dans le cas où ne dispose pas de coupleur donnant $K = \sqrt{1 - A^2}$ pour la perte d'une ligne en anneau donnée, la méthode de couplage variable peut être alors utilisée.



- recherche du couplage optimum pour la perte de la ligne en anneau donnée (1)
 - - - recherche du rapport de puissance pour cette valeur des pertes de couplage (2)
 $a = 10 \log (1 - 10^{-a_K/10})$

$$\frac{P_{r1}}{P_1} = 10^{-a_K/10}$$

Figure 12 – Méthode de couplage variable

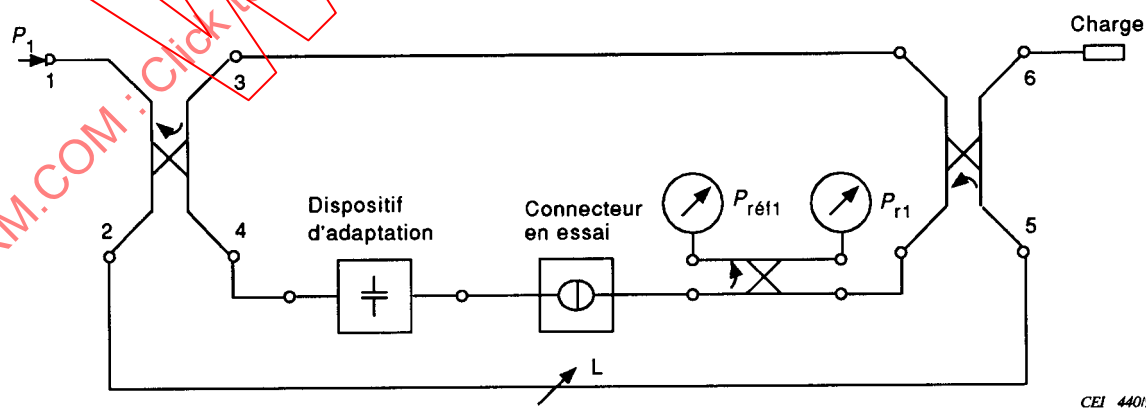
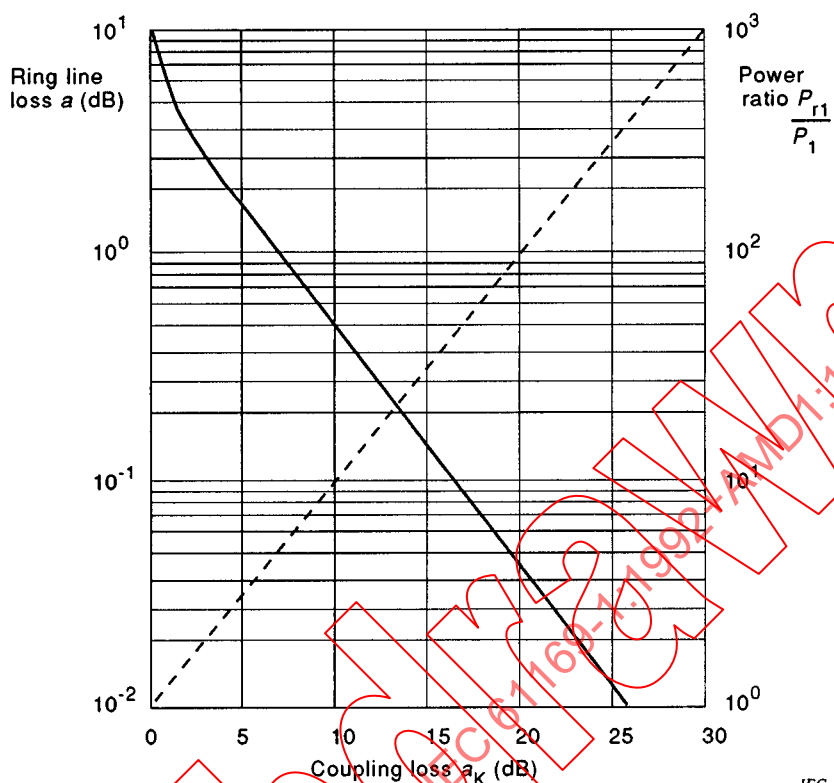


Figure 13 – Méthode de la ligne en anneau couplage variable

En utilisant les deux coupleurs 3 dB plus une ligne 2 – 5 de longueur variable, il est possible de réaliser n'importe quel niveau de couplage requis dans la ligne en anneau 3 – 8 – 7 – 4 – 3.

If no coupler with $K = \sqrt{1 - A^2}$ is available for a given ring line loss, then the method with variable coupling may be used.



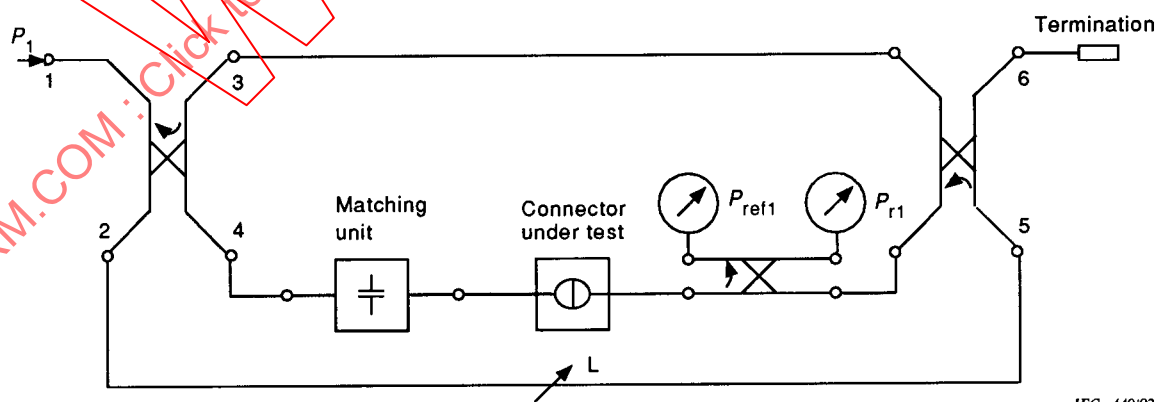
IEC 439/92

- find optimum coupling for given ring line loss (1)
- find power ratio for that coupling loss value (2)

$$a = 10 \log (1 - 10^{-a_K/10})$$

$$\frac{P_{r1}}{P_1} = 10^{-a_K/10}$$

Figure 12 – Method with variable coupling



IEC 440/92

Figure 13 – Ring line method with variable coupling

By means of two 3 dB couplers plus a connecting line 2 – 5 of variable length it is possible to realize any required coupling level into ring line 3 – 8 – 7 – 4 – 3.

Pour un facteur de puissance donné K , la longueur électrique différentielle appropriée entre les portes 2 et 5 d'un côté et les portes 3 et 8 de l'autre est comme suit:

$$\Delta l_{e1} = \frac{\lambda_0}{\pi} - \arccos K$$

La longueur différentielle appropriée doit être ajustée par réglage de la longueur variable de la ligne jusqu'à un couplage requis pour une multiplication maximum de la puissance.

NOTE – Quand la fréquence à mesurer est basse, il est nécessaire d'utiliser de longues lignes à faibles pertes.

9.2.2.4.3 Méthode par résonance

Au moyen d'un circuit approprié, le connecteur en essai est situé convenablement pour subir alternativement courant maximum et tension maximum. La puissance absorbée est mesurée grâce à un coupleur directif. L'impédance caractéristique de la ligne directe du coupleur directif doit correspondre à la valeur nominale de l'échantillon.

Selon sa longueur électrique, l'échantillon représente une partie du circuit de résonance ou une ligne de transmission avec une onde stationnaire. Dans le cas du court-circuit seulement, le connecteur en essai doit être placé de telle sorte que sa distance de l'extrémité du court-circuit soit:

$\frac{\lambda_L}{2}$ (pour un courant maximum) respectivement $\frac{\lambda_L}{4}$ (pour une tension maximum), λ_L étant la longueur d'onde.

La puissance dans l'échantillon est comme suit: $P = 4 P_1$
avec P_1 = puissance absorbée mesurée.

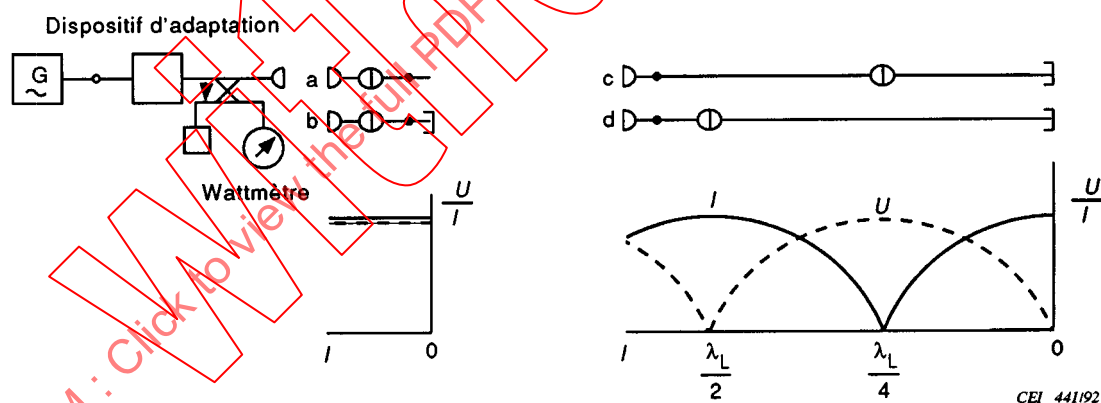


Figure 14 – Méthode par résonance

For a given coupling factor K , the appropriate electrical length differential between ports 2 and 5 on one side and ports 3 and 8 on the other is as follows:

$$\Delta l_{e1} = \frac{\lambda_0}{\pi} - \arccos K$$

The appropriate length differential is obtained by tuning the variable length line to the required coupling for maximum power multiplication.

NOTE – For low frequencies, long low loss lines are necessary.

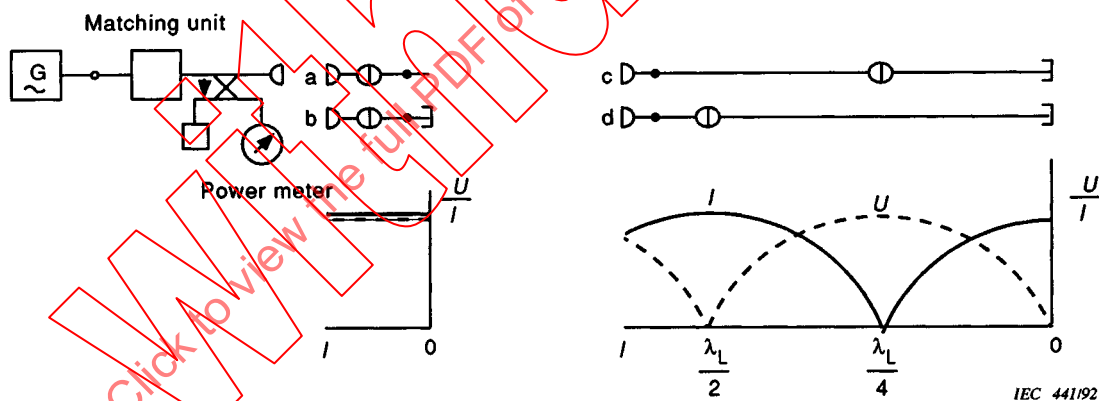
9.2.2.4.3 Resonance method

The connector under test is placed alternatively into both current maximum and voltage maximum by means of suitable circuitry. Input power is measured by means of a directional coupler arrangement. The characteristic impedance of the directional coupler main line should correspond to the nominal value of the specimen.

According to its electrical length, the specimen acts as part of a resonance circuit, or as a transmission line with standing waves. In the short-circuited case only, the connector under test should be placed so that its distance from the short-circuited end is:

$\frac{\lambda_L}{2}$ (for maximum current), respectively $\frac{\lambda_L}{4}$ (for maximum voltage), λ_L being the wave length on the line.

The power in the specimen is then: $P = 4 \cdot P_1$
with P_1 = measured input power.



Electrical length of specimen*	$\leq 0,03 \lambda_s$		$> \frac{\lambda_s}{2}$	
	voltage	current	voltage	current
Test circuit	a	b	c	d

* Including connecting leads λ_s = wave length in specimen

Figure 14 – Resonance method

Pour obtenir un résultat d'essai correct, observer ce qui suit:

- pour le test du courant: protéger le court-circuit contre l'écoulement axial de la chaleur vers l'extrémité du circuit (test b), ou vers la ligne $\lambda_{L/2}$ (test d), en utilisant une ligne à faible conduction de la chaleur, si nécessaire;
- pour le test de la tension: protéger les éléments de l'essai (autres que l'échantillon) contre les décharges, par une préparation appropriée de l'extrémité, si nécessaire utiliser l'effet de champ des électrodes.

NOTE – La longueur d'onde doit être considérablement plus longue que la longueur électrique du connecteur.

9.2.3 Résistance de contact, continuité du conducteur extérieur et du blindage et continuité du conducteur central (connecteurs câblés accouplés)

9.2.3.1 Méthodes et prescriptions générales de mesure

Les mesures seront généralement effectuées en courant alternatif. En cas de contestation, cependant, la mesure en courant continu fera foi. La fréquence pour la mesure en courant alternatif doit être de $1 \text{ kHz} \pm 200 \text{ Hz}$.

La résistance de contact doit normalement être calculée d'après la différence de potentiel mesurée entre les points prévus pour le raccordement des câbles et le courant. Le contact doit être assuré avant d'établir le courant.

Lorsque l'accès direct aux sorties n'est pas possible comme pour le cas des connecteurs câblés accouplés destinés aux conditions d'environnement, il est nécessaire d'effectuer la mesure de la continuité du conducteur central.

La méthode de mesure de la continuité du conducteur central peut aussi être utilisée, avec adaptation, pour la mesure de la continuité du conducteur extérieur, de connecteurs triaxiaux équipés de câbles triaxiaux. Dans ce cas, les connecteurs et les écrans du câble extérieur interdisent l'accès direct au conducteur extérieur du connecteur.

Afin d'éviter la rupture d'une couche isolante possible sur les contacts, la force électromotrice (f.é.m.) du circuit de mesure ne doit pas dépasser 20 mV (valeur de crête pour le courant alternatif).

Afin d'éviter un échauffement excessif des contacts, le courant ne doit pas dépasser 100 mA ou la valeur indiquée dans la spécification correspondante.

L'équipement de mesure doit être tel qu'il permette d'être sûr que le résultat de la mesure est donné à $\pm 10 \%$ de la valeur de la résistance à mesurer, à moins qu'une autre précision ne soit donnée dans la spécification correspondante.

En général, les résistances de contact du conducteur central R_c et du conducteur extérieur R_o d'une paire de connecteurs doivent être mesurées séparément. La spécification correspondante doit définir explicitement si la résistance totale R_{tot} des deux contacts en série doit être déterminée par une mesure directe.

9.2.3.2 Méthode

La valeur applicable de la résistance de contact est la valeur moyenne calculée d'après cinq cycles de mesure consécutifs. Aucune valeur individuelle ne doit excéder le double de la valeur moyenne.

To obtain a correct test result, the following shall be observed:

- for current test: prevent axial heat flow into the short at circuit end (test b), or into the $\lambda_{L/2}$ line (test d), by use of line section with low heat conduction, if necessary;
- for voltage test: prevent discharging within test arrangement (other than in specimen) by proper end preparation, if necessary use field effect electrodes.

NOTE – The wavelength must be considerably longer than the connector.

9.2.3 Contact resistance, outer conductor and screen continuity also centre conductor continuity (mated cabled connectors)

9.2.3.1 General measuring requirements and procedure

Measurements will in general be carried out with alternating current (a.c.). In case of dispute, however, the measurement with direct current shall govern. The frequency for a.c. measurements shall be $1 \text{ kHz} \pm 200 \text{ Hz}$.

The contact resistance shall normally be calculated from the potential difference measured between the points intended for the connection of the cables and the current. The contact shall be made before the current is switched on.

When direct access to the terminations is impractical, as in the case of mated cabled connectors required for environmental conditioning, a measurement of the centre conductor continuity shall be made.

The centre conductor continuity procedure may also be employed, with adaptation for measuring the outer conductor continuity of triaxial connectors fitted with triaxial cables. In this situation the connectors and the cable outer screens prevent direct access to the connector outer conductor.

In order to prevent the breakdown of possible insulating layers on the contacts, the electromotive force (e.m.f.) of the measuring circuit shall not exceed 20 mV (peak value for a.c.).

In order to prevent undue heating of the contacts, the current shall not exceed 100 mA or the value specified by the relevant specification.

The measuring set-up shall be such as to ensure that the result is within $\pm 10 \%$ of the resistance to be measured, unless another accuracy is given in the relevant specification.

In general the resistances of the centre contact R_c and the outer contact R_o of a pair of connectors shall be measured separately. The relevant specification shall state explicitly if the total resistance R_{tot} of the two contacts in series is to be determined by a direct measurement.

9.2.3.2 Procedure

The relevant value of the contact resistance is the mean value calculated from five consecutive measuring cycles. No individual value shall exceed twice the mean value.

Un cycle de mesures comprend:

lorsque la mesure est en courant alternatif:

- a) établissement du contact (accouplement des connecteurs);
- b) application de la source de tension;
- c) mesure;
- d) retrait de la source de tension;
- e) interruption du contact (désaccouplement des connecteurs)

lorsque la mesure est en courant continu:

- a) établissement du contact (accouplement des connecteurs);
- b) application de la source de tension selon une polarité;
- c) mesure;
- d) application de la source de tension selon l'autre polarité;
- e) mesure;
- f) retrait de la source de tension;
- g) interruption du contact (désaccouplement des connecteurs).

9.2.3.3 Prescriptions

- 1) Résistance de contact et continuité du conducteur extérieur

Les valeurs ne doivent pas excéder celles qui sont indiquées dans la spécification correspondante.

- 2) Résistance de contact et continuité du conducteur extérieur et du blindage (connecteurs câblés accouplés)

Les résistances totales des connecteurs accouplés équipés de leurs câbles doivent être mesurées entre les extrémités libres des conducteurs des câbles. Les connecteurs ne doivent pas être désaccouplés entre le moment où sont effectués les dernières mesures avant le conditionnement et les premières mesures après le conditionnement.

Les variations de la résistance du conducteur central, du conducteur extérieur et, si applicable, du blindage d'une paire de connecteurs accouplés y compris la résistance du câble, ne doivent pas être supérieures, après conditionnement aux valeurs admissibles indiquées dans la spécification correspondante.

9.2.3.4 Information à donner dans la spécification correspondante

- a) limite supérieure de la résistance du contact central et continuité du conducteur extérieur/blindage selon le cas;
- b) variation maximale admissible en pourcentage des résistances initiales totales mesurées des connecteurs câblés accouplés après conditionnement;
- c) toute dérogation à la méthode normale;
- d) lorsque des mesures de continuité sont effectuées sur les connecteurs câblés accouplés, il convient de prendre des précautions pour éviter des résultats erronés, dus au facteur de résistance thermique du câble.

9.2.4 Continuité de contact du conducteur central et du conducteur extérieur sous des conditions mécaniques sévères

9.2.4.1 Méthode d'essai

La continuité des contacts, central et extérieur, d'une paire de connecteurs accouplés doit être vérifiée pendant les essais de vibrations (voir 9.3.3), de secousses (9.3.13) et de chocs (9.3.14), comme prescrit dans la spécification correspondante.

One measuring cycle consists of:

when measuring with a.c.:

- a) making the contact (engaging the connectors);
- b) connection of voltage source;
- c) measurement;
- d) disconnection of voltage source;
- e) breaking the contact (disengaging the connectors)

when measuring with d.c.:

- a) making the contact (engaging the connectors);
- b) connection of voltage source in one polarity;
- c) measurement;
- d) connection of voltage source in reverse polarity;
- e) measurement;
- f) disconnection of voltage source;
- g) breaking the contact (disengaging the connectors)

9.2.3.3 Requirements

- 1) Contact resistance and outer conductor continuity

The values shall not exceed those specified by the relevant specification.

- 2) Centre conductor continuity, and outer conductor and screen continuity (mated cabled connectors)

The overall resistances of the mated connectors and their attached cables shall be measured between the free end of the cable conductors. The connectors shall not be disengaged between making the last measurement prior to the conditioning and the first measurement after conditioning.

The changes in resistance of the centre conductor, outer conductor and, when applicable, the screen of a mated pair of connectors inclusive of cable resistance, shall not deviate, after conditioning, by more than the appropriate maximum permitted values indicated in the relevant specification.

9.2.3.4 Information to be given in the relevant specification

- a) upper limit of resistance for centre contact and outer conductor/screen continuity as appropriate;
- b) the maximum percentage change of the initial total measured resistances of mated cabled connectors to be permitted after conditioning;
- c) any deviation from standard procedure;
- d) when performing continuity measurements on mated cabled connectors, precautions should be taken to avoid erroneous results due to the thermal coefficient of resistance of the cable.

9.2.4 Centre and outer conductor contact continuity under severe mechanical conditioning

9.2.4.1 Testing procedure

The continuity of the centre and the outer contacts of a mated pair of connectors shall be tested during the vibration (see 9.3.3), the bump (9.3.13) and the shock test (9.3.14), as required by the relevant specification.

L'équipement d'essai, par exemple un oscilloscope ou un dispositif électronique avec affichage correct ou permettant même de totaliser les interruptions, doit avoir une résolution meilleure que 1 μ s.

Un courant d'au moins 100 mA doit être appliqué pour chaque jeu de contacts. Les contacts peuvent être connectés en série. D'autres valeurs du courant peuvent être spécifiées dans la spécification correspondante.

9.2.4.2 Prescriptions

Il ne doit y avoir aucune interruption selon les conditions indiquées dans la spécification correspondante.

9.2.4.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

Voir 9.3.3.2, 9.3.13.2 et 9.3.14.2.

9.2.5 Résistance d'isolement

9.2.5.1 Méthode

La résistance d'isolement doit être mesurée entre les contacts en courant continu sous une tension de 500 V $\pm$ 50 V ou sous la tension assignée du connecteur, si celle-ci est inférieure.

La résistance d'isolement doit être mesurée au bout de 1 min $\pm$ 5 s après avoir appliqué la tension.

NOTE – S'il y a lieu, la lecture peut être faite après une période plus courte.

9.2.5.2 Prescriptions

La valeur de la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur indiquée dans la spécification correspondante.

9.2.5.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur de la tension d'essai, si différente de 500 V;
- b) valeur minimale de la résistance d'isolement;
- c) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.2.6 Tension de tenue

9.2.6.1 Méthode et prescriptions

Les connecteurs doivent pouvoir supporter sans perforation ni contournement la tension spécifiée dans la spécification correspondante.

Un câble approprié doit être raccordé aux connecteurs qui doivent être essayés accouplés et non accouplés.

Une tension alternative avec une fréquence comprise entre 40 Hz et 65 Hz doit être appliquée pendant 60 s pour l'homologation et pendant 5 s pour le maintien de l'homologation sauf prescription contraire dans la spécification correspondante.

The test equipment, for instance an oscilloscope or an electronic apparatus with adequate display or permitting the counting of interruptions, shall have a resolution of better than 1 μ s.

A current of at least 100 mA shall be flowing through each set of contacts. Contacts may be connected in series. Other values may be specified for the current in the relevant specification.

9.2.4.2 Requirements

There shall be no intermittences under the conditions specified by the relevant specification.

9.2.4.3 Information to be given in the relevant specification

See 9.3.3.2, 9.3.13.2, 9.3.14.2.

9.2.5 Insulation resistance

9.2.5.1 Procedure

The insulation resistance shall be measured between the contacts with a d.c. voltage of 500 V $\pm$ 50 V, or with the rated voltage of the connector, whichever is less.

The insulation resistance shall be measured after an electrification time of 1 min $\pm$ 5 s.

NOTE – When appropriate, the reading may be taken after a shorter period.

9.2.5.2 Requirements

The value of the insulation resistance shall be not less than the value specified by the relevant specification.

9.2.5.3 Information to be given in the relevant specification

- a) value of the test voltage if other than 500 V;
- b) minimum value of insulation resistance;
- c) any deviation from the standard test procedure.

9.2.6 Voltage proof

9.2.6.1 Procedure and requirements

Connectors shall withstand without breakdown or flashover with the voltage specified by the relevant specification.

An appropriate cable shall be attached to the connectors and the connectors shall be tested both mated and unmated.

An a.c. voltage at a frequency between 40 Hz and 65 Hz shall be applied for 60 s for qualification approval and for 5 s for quality conformance inspection unless otherwise prescribed in the relevant specification.

La relation entre la tension assignée U et la tension d'essai E (valeurs efficaces) est donnée par:

$E = 3 U$ pour des connecteurs dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 kV et

$E = 1,5 U$, avec un minimum de 3 kV, pour des connecteurs ayant une tension assignée supérieure à 1 kV.

9.2.6.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur de la tension d'essai;
- b) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.2.7 Essai d'immersion dans l'eau

9.2.7.1 Méthode et prescriptions

Des connecteurs convenablement accouplés équipés de joints d'étanchéité et raccordés aux câbles appropriés doivent être immergés dans l'eau du robinet à $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ à une profondeur de 30 cm.

Après 1 h laisser l'eau se refroidir à la température de la salle et la maintenir à cette température pendant 1 h. L'eau doit ensuite être refroidie à $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ en 1 h environ et laissée à cette dernière température pendant 1 h.

Laisser ensuite l'eau se réchauffer à la température de la salle. Les connecteurs doivent rester maintenus sous l'eau jusqu'à ce que 24 h se soient écoulées depuis le début des essais. Tandis que les connecteurs sont encore immergés, les mesures et essais suivants doivent être effectués comme prescrit dans la spécification correspondante.

a) Tension de tenue

Une tension alternative, comme prescrit dans la spécification correspondante, doit être appliquée à une fréquence comprise entre 40 Hz et 65 Hz entre le contact intérieur et le corps du conducteur pendant 1 min. Il ne doit y avoir ni perforation ni contournement.

b) Résistance d'isolement

La résistance d'isolement doit être mesurée en accord avec 9.2.5.

9.2.7.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur de la tension d'essai,
- b) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.2.8 Efficacité d'écran

9.2.8.1 Considérations générales

L'efficacité d'écran, en rapport avec les lignes de transmission coaxiales de fréquence radioélectriques, est la capacité du conducteur extérieur à protéger la ligne de transmission contre les perturbations dues aux champs magnétiques extérieurs et vice versa. Pour les connecteurs coaxiaux à fréquence radioélectrique, un courant longitudinal sur le revêtement extérieur ne devrait causer aucune tension injustifiée dans le circuit coaxial.

Le quotient de la force électromotrice de transfert ou tension équivalente U_t par le courant extérieur longitudinal I_l : $\frac{U_t}{I_l} = Z_t$ est appelé «impédance de transfert» et est en général une grandeur adéquate pour définir l'efficacité d'écran des connecteurs coaxiaux pour fréquence radioélectrique.

The relation between the rated voltage U and the test voltage E (r.m.s. values) is given by:

$E = 3 U$ for connectors having a rated voltage up to and including 1 kV and

$E = 1,5 U$, with a minimum of 3 kV, for connectors having a rated voltage exceeding 1 kV.

9.2.6.2 Information to be given in the relevant specification

- a) value of the test voltage;
- b) any deviation from the standard test procedure.

9.2.7 Water immersion test

9.2.7.1 Procedure and requirements

Suitably mated connectors fitted with mating face seals and attached to appropriate cables shall be submerged in tap water at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ to a depth of 30 cm.

After 1 h the water shall be allowed to cool to room temperature and shall be held at this temperature for 1 h. The water shall then be cooled to $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ in approximately 1 h and then kept at this temperature for 1 h.

The water shall then be allowed to warm up to room temperature. The connectors shall remain under water until 24 h have elapsed from the time of starting the test. Whilst still submerged, the following test and measurement shall be carried out as required by the relevant specification.

a) Voltage proof

An a.c. voltage as specified in the relevant specification shall be applied at a frequency between 40 Hz and 65 Hz between the inner contact and the body of the connector for a period of 1 min. There shall be no breakdown or flashover.

b) Insulation resistance

The insulation resistance shall be measured in accordance with 9.2.5.

9.2.7.2 Information to be given in the relevant specification

- a) value of the test voltage;
- b) any deviation from the standard test procedure.

9.2.8 Screening effectiveness

9.2.8.1 General considerations

Screening effectiveness in the context of radio-frequency coaxial transmission lines is the ability of the outer conductor to protect the transmission line from being disturbed by outside electromagnetic fields, and vice-versa. With respect to r.f. coaxial connectors a longitudinal current flowing on the outer shell should not cause an undue voltage in the coaxial circuit.

The quotient of the transferred electromotive force, or the equivalent voltage U_t , by the outside longitudinal current I_t : $\frac{U_t}{I_t} = Z_t$ is called "the transfer impedance" and is generally an adequate quantity for defining the screening effectiveness of r.f. coaxial connectors.

Un assemblage de connecteurs avec des câbles ou lignes correctement raccordés a trois importantes zones possibles de fuite: la région autour de la face d'accouplement, le mécanisme de verrouillage et les deux entrées de câble. Etant donné que, dans la CEI 60169, seuls la face d'accouplement et le mécanisme de verrouillage sont normalisés, l'intérêt porte essentiellement sur l'efficacité d'écran de cette partie de l'assemblage de connecteurs. Cela ne doit cependant pas exclure que les méthodes de mesure puissent aussi être utilisées pour déterminer soit l'impédance de transfert à chaque point de fuite si les précautions appropriées sont prises pour éliminer le couplage dû aux autres fuites, ou l'impédance totale de transfert. Dans le dernier cas, et spécialement pour les hautes fréquences, l'apparition d'effets directionnels doit être prise en compte.

Il est précisé que l'impédance de transfert des connecteurs pour fréquences radioélectriques, et par conséquent l'efficacité d'écran, n'a en aucune façon une valeur stable, fixe, caractérisant chaque spécimen particulier ou paire. En particulier, Z_t est, le plus souvent, très dépendant des circonstances mécaniques et de contact. Par exemple, la valeur peut être considérablement diminuée par un serrage plus important de l'écrou d'accouplement.

D'ailleurs, la valeur exacte ne peut normalement pas être reproduite. En général, une nouvelle paire de connecteurs met en évidence une diminution de Z_t avec des engagements et des séparations répétés; mais la valeur peut augmenter de nouveau après une douzaine de cycles, peut-être à cause d'arrachements du revêtement. On en connaît encore peu sur le comportement pendant l'utilisation et le vieillissement des connecteurs.

Pour les applications à fréquences radioélectriques, l'impédance de transfert Z_t est exprimée en fonction de la fréquence et, en général, mesurée dans le domaine fréquentiel. Bien qu'aux fréquences très élevées aucune autre méthode pratique ne soit connue, aux fréquences jusqu'à quelques centaines de mégahertz, la technique de mesure en domaine temporel peut être utilisée avec, si cela est approprié, une transformation ultérieure des résultats dans le domaine fréquentiel.

Afin de mesurer l'efficacité d'écran de la partie accouplement d'une paire de connecteurs, des câbles appropriés sont montés sur les connecteurs de façon à exclure toute fuite aux entrées de câble. Pour les fréquences au-dessus de 10 MHz, des câbles semi-rigides ou des conducteurs extérieurs tubulaires solides sont généralement préférés.

En dessous de 10 MHz, les câbles à faibles fuites pour les basses fréquences seront sélectionnés. La procédure d'essai normalisée dans le domaine fréquentiel ne permet pas l'inclusion d'une paire dont un des connecteurs est de type à moins que ce connecteur ne soit spécialement usiné en faisant sauter la bride.

La méthode par impulsions dans le domaine temporel est décrite en 9.2.8.3. Elle peut être particulièrement utile dans les bandes de fréquences basses, jusqu'à quelques centaines de mégahertz. Si l'équipement d'essai approprié (générateur d'impulsions combiné à un oscilloscope à rayons cathodiques) est facilement disponible, l'essai peut être exécuté très rapidement, les précautions adéquates étant prises, avec à peu près la même sensibilité que dans le domaine fréquentiel. Cela a, en plus, l'avantage que les points de fuite peuvent être localisés dans le cas de fuites multiples.

Des méthodes d'essai variées peuvent être utilisées pour la mesure de l'impédance de transfert dans le domaine fréquentiel et le domaine temporel. Cependant, en cas de contestation, la méthode normalisée en 9.2.8.2 suivant, utilisant un montage de mesure tri-coaxial (ou un montage dans lequel la ligne extérieure excitée est formée par des guides d'ondes), servira de méthode d'essai de référence.

NOTE – En règle générale, le montage tri-coaxial peut être utilisé jusqu'à environ un tiers de la fréquence limite supérieure de type de connecteur à mesurer, sans risque d'être perturbé par les modes supérieurs de la ligne extérieure. Pour des fréquences plus élevées, le montage en guide d'ondes sera utilisé; dans ce cas, la limite atteint les trois quarts de celle des connecteurs. L'expérience montre qu'à ces fréquences élevées l'impédance de transfert ne varie presque plus avec la fréquence.

A connector assembly with properly mounted cables or lines has three major possible leakage areas: the region around the mating face, the coupling device and the two cable entries. Since in IEC 60169 only mating face and locking (coupling) mechanisms are standardized, the primary interest concerns the screening effectiveness of this part of the connector assembly. This does not, however, exclude that the measuring methods may also be used either for determining the transfer impedance at any individual spots of leakage if due care is taken to eliminate coupling contributions from the other leakages, or for total transfer impedance. In the latter case, and especially at high frequencies, the occurrence of directional effects has to be taken into account.

It shall be emphasized that the transfer impedance of r.f. connectors, and thus the screening effectiveness, has by no means a stable, fixed value applicable to each particular specimen or pair. In particular, Z_t is mostly much dependent on mechanical and contact circumstances. For instance, the value may be considerably lowered by stronger tightening of the coupling nut. Moreover, the exact value normally cannot be reproduced.

A fresh connector pair in general shows a reduction of Z_t with repeated disengagement and re-engagement, but the value may increase again after some dozens of cycles, perhaps due to wear and tear. Also, little is yet known on the behaviour during use and ageing of connectors.

For radio-frequency applications, the transfer impedance Z_t shall be expressed as a function of frequency and, in general, be measured in the frequency domain. While at higher frequencies no other practicable measuring method is known, at frequencies up to a few hundred megahertz time domain measurement with pulse technique may be used, with, if appropriate, subsequent transformation of the result into the frequency domain.

In order to measure the screening effectiveness of the mating part of a connector pair, suitable cables are attached to the connectors in such a way as to exclude any leakage at the cable entries. For frequencies above 10 MHz, semi-rigid cables or solid tubular outer conductors are generally preferred.

Below 10 MHz, cables with low leakage at low frequencies should be selected. The standardized test procedure in the frequency domain does not permit the inclusion of a fixing-flange style of connector as one-half of the connector pair to be tested, unless the flange is first removed.

The time domain pulse method is described in 9.2.8.3. It may be particularly useful in lower frequency bands up to a few hundred megahertz. If the appropriate test equipment (pulse generator combined with cathode ray oscilloscope) is readily available the test may be carried out very quickly, and, provided adequate precautions are being taken, with nearly the same sensitivity as in the frequency domain test. It has, further, the advantage that leakage spots may be identified in case of multiple leakages.

Various test methods may be used for the measurement of the transfer impedance in the frequency domain and in the time domain pulse method. In case of dispute, however, the method standardized in the following 9.2.8.2, using a tri-coaxial test set-up (or a set-up where the outer exciting line is formed by waveguides) shall govern as reference test method.

NOTE – As a guiding rule the tri-coaxial set-up may be used to approximately one-third of the upper frequency limit of the connector type to be tested, without the risk of disturbance by overmodes in the outer line. At higher frequencies the waveguide set-up should be applied, in which case the limit lies at about three-quarters of the connector limit. Experience shows that at these high frequencies the transfer impedance no longer varies appreciably with frequency.

Pour les essais de type, les mesures doivent toujours être effectuées après le premier accouplement sur des paires de connecteurs neufs. Il n'est pas recommandé d'utiliser un connecteur d'essai normalisé accouplé au spécimen en essai dans le but par exemple, d'attribuer par cette procédure les défauts relatifs à l'efficacité d'écran au seul spécimen en essai.

La spécification applicable doit énoncer le nombre de paires de connecteurs à mesurer, le couple de serrage de l'écrou d'accouplement et, au besoin, la bande de fréquence.

9.2.8.2 Mesure dans le domaine fréquentiel

9.2.8.2.1 Principe du montage de mesure tri-coaxial adapté

Le principe du montage de mesure tri-coaxial adapté est montré à la figure 15 et expliqué comme suit.

Dans ce montage tri-coaxial, les systèmes coaxiaux intérieurs et extérieurs sont tous deux adaptés à leur extrémité, c'est-à-dire terminés par l'impédance caractéristique de la ligne, afin d'éviter, ou au moins de diminuer, la formation d'ondes stationnaires. Le système extérieur est alimenté à la porte A à travers un bras latéral, contenant un transformateur d'adaptation, jusqu'à une jonction T jouant le rôle d'un diviseur de puissance.

Le transformateur multiétage sert à adapter l'impédance $\frac{1}{2} Z_{02}$ de la jonction T à l'impédance Z_{01} de la ligne d'alimentation dans la bande de fréquence 1 GHz à 10 GHz. Le transformateur devient moins efficace aux basses fréquences. La désadaptation qui en résulte est, cependant, tolérable. En supposant que l'impédance de la source soit invariablement égale à Z_{01} , le calcul montre que la désadaptation introduite s'élève à seulement 0,5 dB. C'est très peu comparé à l'inévitable incertitude de mesure et en particulier à la grande dispersion des valeurs de Z_t elles-mêmes. L'avantage, d'autre part, est d'avoir un seul montage mécanique d'alimentation et une seule formule pour calculer Z_t dans toute la bande de fréquence*.

* On peut soutenir que, pour les mêmes raisons, le transformateur multiétage est superflu dans la bande de fréquence 1 GHz à 10 GHz. Cependant, à de si hautes fréquences, une bonne adaptation s'avère plus critique afin d'éviter les pertes.

For type testing, measurements shall always be carried out at the first engagement on a number of pairs of fresh connectors. It is not recommended that a standard test connector should be coupled to the specimen under test with the intention of attributing measured screening deficiencies to the specimen under test.

The relevant specification shall state the number of pairs to be measured, the tightening torque for the coupling nut and, where relevant, the frequency range.

9.2.8.2 Measurement in the frequency domain

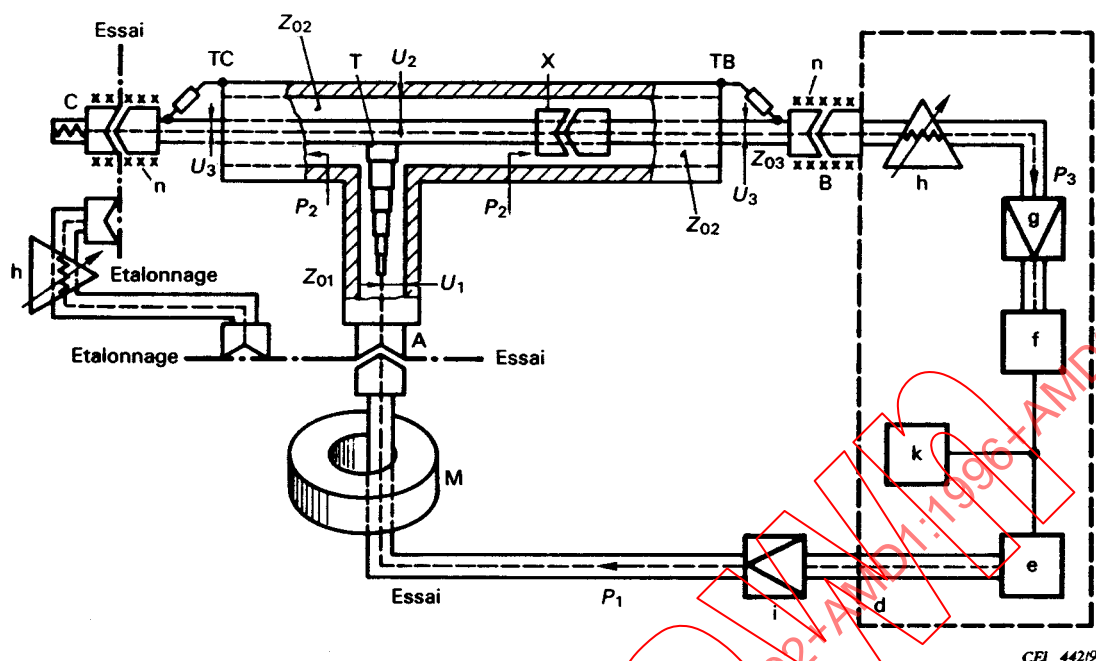
9.2.8.2.1 Principle of the matched tri-coaxial test set-up

The principle of the matched tri-coaxial test set-up is shown in figure 15, and explained as follows.

In this tri-coaxial set-up, both the inner and the outer coaxial systems are matched at their far ends, that is terminated by the characteristic impedance of the line, in order to avoid, or at least to minimize, the formation of standing waves. The outer system is fed at port A through a lateral arm, containing a matching transformer, to a T-junction acting as a power divider.

The multistep transformer serves to adapt the impedance $\frac{1}{2} Z_{02}$ at the T-junction to the impedance Z_{01} of the feeding line in the frequency range of 1 GHz to 10 GHz. The transformer becomes less effective at lower frequencies. The resultant mismatch is, however, tolerable. Assuming the source impedance to be invariably equal to Z_{01} , calculation shows that the error introduced amounts to 0,5 dB only. This is small compared to the unavoidable measuring uncertainty and in particular the high dispersion of Z_t values themselves. The advantage, on the other hand, is to have only one mechanical feeding arrangement with the convenience of the same formula for calculating Z_t through the whole frequency range*.

* It could be argued that for the same reasons the multistep transformer might also be superfluous in the frequency range from 1 GHz to 10 GHz. However, at such high frequencies good matching proves even more critical in avoiding losses.



CEI 442/92

- | | | | |
|--------|--|---|--|
| A | Connexion de l'alimentation de puissance | e | Générateur de décharges ou générateur de signal synthétisé |
| B, C | Portes de mesure | f | Analyseur de spectre |
| X | Paire de connecteurs à l'essai | g | Préamplificateur à faible bruit |
| TB, TC | Dispositifs de terminaison du système extérieur par l'impédance Z_{02} | h | Atténuateurs variables calibrés |
| T | Jonction T adaptée, divisant la puissance | i | Amplificateur de puissance (au besoin) |
| M | Bagues de ferrite | k | Contrôleur de bus |
| d | Chambre blindée | n | Tresse de cuivre supplémentaire de protection |

Figure 15 – Principe du montage de mesure tri-coaxial adapté (condition optimisée pour la bande fréquence 1 GHz à 10 GHz)

A la jonction T, des dérivations de correction de la réactance, non montrées sur la figure 15 mais représentées en figure 19, sont nécessaires.

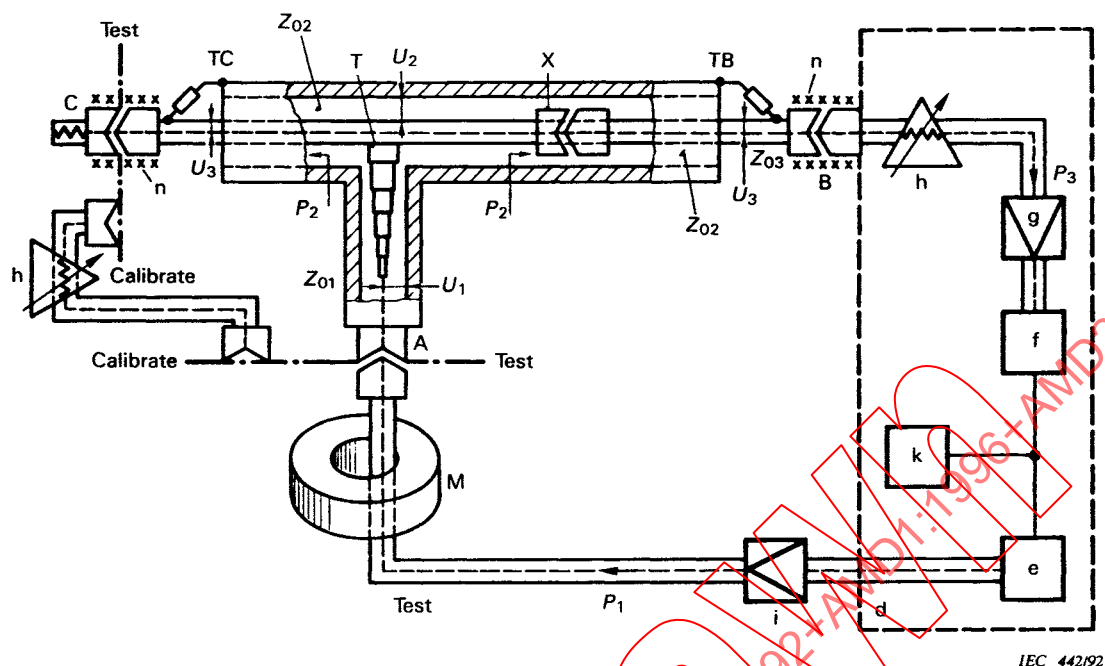
La tension U_3 aux portes B et C de la ligne intérieure, causée par la tension injectée U_t , est successivement mesurée en B et en C. Il faut noter que leur égalité est un critère de symétrie du système et de l'absence d'effets directionnels.

Pour l'étalonnage du montage, le signal d'entrée est alimenté à l'aide d'une branche séparée de la ligne coaxiale, comprenant un atténuateur variable, à la porte opposée à la porte de mesure (en C si U_3 est mesurée en B). Cela implique l'égalité $Z_{03} = Z_{01}$.

Les relations quantitatives suivantes utilisent deux approximations qui, de toute façon, sont largement justifiées, en particulier en raison de la précision demandée: l'impédance de transfert Z_t est très petite et donc négligeable par rapport à Z_{02} et Z_{03} ; de plus, l'atténuation et les pertes dans les lignes coaxiales et le transformateur multiétage sont négligées.

La tension de transfert U_t cause aux portes B et C deux tensions U_3 d'amplitude égale:

$$U_3 = \frac{1}{2} U_t. \quad \text{Si } U_t = Z_t \cdot I_2, \quad U_3 = \frac{1}{2} Z_t \cdot I_2 \quad (1)$$



- | | | | |
|--------|--|---|--|
| A | Power feed connection | e | Tracking generator or synthesized signal generator |
| B, C | Measuring ports | f | Spectrum analyzer |
| X | Connectors pair under test | g | Low noise preamplifier |
| TB, TC | Outer system terminating devices with impedance Z_{02} | h | Calibrated variable attenuators |
| T | Matched power dividing T-junction | i | Power amplifier (if needed) |
| M | Ferrite rings | k | Bus controller |
| d | Screened room | n | Additional screening copper braid |

**Figure 15 – Principle of the matched tri-coaxial test set-up
(optimized condition for the frequency range 1 GHz to 10 GHz)**

At the T junction, reactance correcting stubs, not shown in figure 15 but depicted in figure 19, are necessary.

The signal voltages U_3 at ports B and C of the inner line, caused by the injected voltage U_t , are alternately measured both at B and C. Incidentally their equality is a criterion for the symmetry of the system and the absence of directional effects.

For calibration of the set-up the input signal is fed with the aid of a separate branch of coaxial line, comprising a variable attenuator, to the port opposite to the measuring port (to C if U_3 is measured at B). This implies the equality $Z_{03} = Z_{01}$.

The quantitative relationships below make use of two approximations which, however, are fully justified, bearing in mind the practical accuracy needed: the transfer impedance Z_t is very small and thus negligible in comparison to Z_{02} et Z_{03} ; further, the attenuation and losses in the coaxial lines and the multistep transformer are neglected.

The transferred voltage U_t results in two voltages U_3 of equal amplitude at the ports B and C:

$$U_3 = \frac{1}{2} U_t. \quad \text{Since } U_t = Z_t \cdot I_2, \quad U_3 = \frac{1}{2} Z_t \cdot I_2 \quad (1)$$

La jonction T agit comme un diviseur de puissance sans perte et, à partir du moment où le transformateur multiétage est considéré comme idéal, on en déduit:

$$P_2 = \frac{1}{2} P_1$$

Parce que: $P_1 = \frac{U_1^2}{Z_{01}}$, $P_2 = \frac{U_2^2}{Z_{02}}$; $\frac{U_2^2}{Z_{02}} = \frac{1}{2} \frac{U_1^2}{Z_{01}}$, donc $U_2 = U_1 \sqrt{\frac{1}{2} \frac{Z_{02}}{Z_{01}}}$

en considérant que: $I_2 = \frac{U_1}{Z_{02}}$; $I_2 = \frac{U_1}{\sqrt{2} Z_{01} \cdot Z_{02}}$ (2)

en combinant les équations (1) et (2):

$$U_3 = \frac{1}{2} \cdot Z_t \frac{U_1}{\sqrt{2} Z_{01} \cdot Z_{02}}; Z_t = 2\sqrt{2} \sqrt{Z_{01} \cdot Z_{02}} \frac{U_3}{U_1}$$

Z_{02} pourrait être choisi arbitrairement, étant donné qu'on fournit au transformateur le rapport d'adaptation correct. Cependant la solution adéquate est d'avoir, en général, $Z_{01} = Z_{02} = Z_0$.

Il en résulte que: $Z_1 = 2\sqrt{2} \frac{U_3}{U_1} Z_0 = 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{P_3}{P_1}} \cdot Z_0$

L'instrumentation de mesure consiste en un générateur de décharges ou un générateur de signal synthétique suivi d'un amplificateur de puissance (si besoin est) du côté alimentation; du côté du récepteur, un atténuateur (variable) d'entrée, un préamplificateur de faible bruit et un analyseur de spectre. Une procédure rapide est possible avec un système de pilotage automatique (pas à pas) du générateur et de l'analyseur de spectre, contrôle par ordinateur. Lors de l'étalonnage du système, la répartition de l'atténuation totale entre les deux atténuateurs permet d'obtenir un compromis optimum entre le bruit de fond et le bruit de couplage résiduel à obtenir. La porte C doit évidemment être correctement terminée et les portes en B et C ont besoin, en général, d'une protection supplémentaire avec une tresse en cuivre.

Pour les efficacités d'écran élevées et pour obtenir de meilleures performances, il est recommandé d'utiliser une cage blindée (cage de Faraday) comme indiqué en figure 15.

Il est essentiel que le montage d'essai soit vérifié quant à ses capacités limites en substituant à la paire de connecteurs à essayer une enveloppe métallique complètement étanche (par exemple un tube de cuivre) de mêmes dimensions extérieures que les connecteurs.

9.2.8.2.2 Construction pratique du montage de mesure tri-coaxial pour la bande de fréquence 1 kHz à 10 GHz

Pour la construction pratique du montage de mesure, certaines parties demandent plus de détails que ceux qui sont donnés en 9.2.8.2.1 et à la figure 15.

La figure 16 montre, en plus d'autres particularités du montage tri-coaxial, les procédures pour amener la puissance d'entrée dans le cas des deux bandes de fréquence; de 10 MHz à 10 GHz et de 1 kHz à 10 MHz.

Au-dessus de 10 MHz, l'alimentation est tout à fait normale et il faut simplement prendre des précautions concernant le câble d'alimentation, qui doit avoir une longueur approximative de 1,5 m afin de fournir une impédance suffisante (principalement une réactance) à la «boucle de terre» normalement ouverte (comme on le voit en figure 15, à l'entrée la terre est sur le conducteur extérieur, alors qu'à la porte de mesure la masse de la chambre blindée est reliée au tube central en B). L'inductance de la boucle peut être, si nécessaire, augmentée par des bagues de ferrite comme indiqué aux figures 15 et 16.

The junction T acts as a lossless power divider and, since the multistep of the transformer is considered to be ideal, it follows:

$$P_2 = \frac{1}{2} P_1$$

Because: $P_1 = \frac{U_1^2}{Z_{01}}$, $P_2 = \frac{U_2^2}{Z_{02}}$; $\frac{U_2^2}{Z_{02}} = \frac{1}{2} \frac{U_1^2}{Z_{01}}$, thus $U_2 = U_1 \sqrt{\frac{1}{2} \frac{Z_{02}}{Z_{01}}}$

considering further that: $I_2 = \frac{U_1}{Z_{02}}$; $I_2 = \frac{U_1}{\sqrt{2} Z_{01} \cdot Z_{02}}$ (2)

combining equations (1) and (2):

$$U_3 = \frac{1}{2} \cdot Z_t \frac{U_1}{\sqrt{2} Z_{01} \cdot Z_{02}}; Z_t = 2\sqrt{2} \sqrt{Z_{01} \cdot Z_{02}} \frac{U_3}{U_1}$$

Z_{02} might be chosen arbitrarily, the transformer being given the correct matching ratio. However, in general the adequate solution is to have $Z_{01} = Z_{02} = Z_0$.

This results in: $Z_1 = 2\sqrt{2} \frac{U_3}{U_1} Z_0 = 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{P_3}{P_1}} \cdot Z_0$

The measuring instrumentation consists of a tracking generator or synthesized signal generator followed by a power amplifier (if needed) on the feeding side; on the receiver side an input variable attenuator, a low noise preamplifier and a spectrum analyzer. A quick procedure is possible with computer controlled automatic driving (step by step) of the generator and the spectrum analyzer. When calibrating the system, sharing of the total attenuation between two attenuators allows an optimum compromise with regard to random noise and residual stray coupling to be achieved. The port at C of course to be correctly terminated and both ports at B and C in general need additional shielding with copper braid.

At high screening effectiveness and for best performance it is recommended to use a screened room (Faraday cage) as indicated in figure 15.

It is essential that the test set-up be checked for its limit capabilities by substituting the connector pair under test with a completely solid metal shell (for instance a copper tube) of the same outer dimensions as the connectors.

9.2.8.2.2 Practical construction of the matched tri-coaxial set-up for the frequency range from 1 kHz to 10 GHz

For the practical construction of the test set-up, a few items need more detailed specifications than are given in 9.2.8.2.1 and in figure 15.

Figure 16, shows, besides other particularities of the tri-coaxial set-up, the procedures for feeding the input power in the two frequency ranges; from 10 MHz to 10 GHz and from 1 kHz to 10 MHz.

Above 10 MHz the feeding is quite normal and it is only necessary to take care of the feeding cable, which should have an approximate length of 1,5 m, in order to provide a sufficient impedance (mainly reactance) to the normally open "earth loop" (see figure 15, at the input the earth is on the outer conductor, whereas at the measuring port the earth of the screened room is connected with the middle tube at B). The inductance of the loop may be increased, if required, by ferrite rings, as shown in figures 15 and 16.

Pour les fréquences en dessous de 10 MHz environ jusqu'à 1 kHz, l'expérience a révélé que les résultats corrects étaient obtenus en alimentant avec une polarité inversée comme décrit en figure 16. Les bagues de ferrite peuvent être nécessaires pour découpler, en particulier vers la région des fréquences les plus hautes de la bande.

Le transformateur multiétage d'adaptation étant un élément nécessitant des calculs fastidieux pour ses dimensions, les données pour un exemple de construction pratique sont données en figure 17.

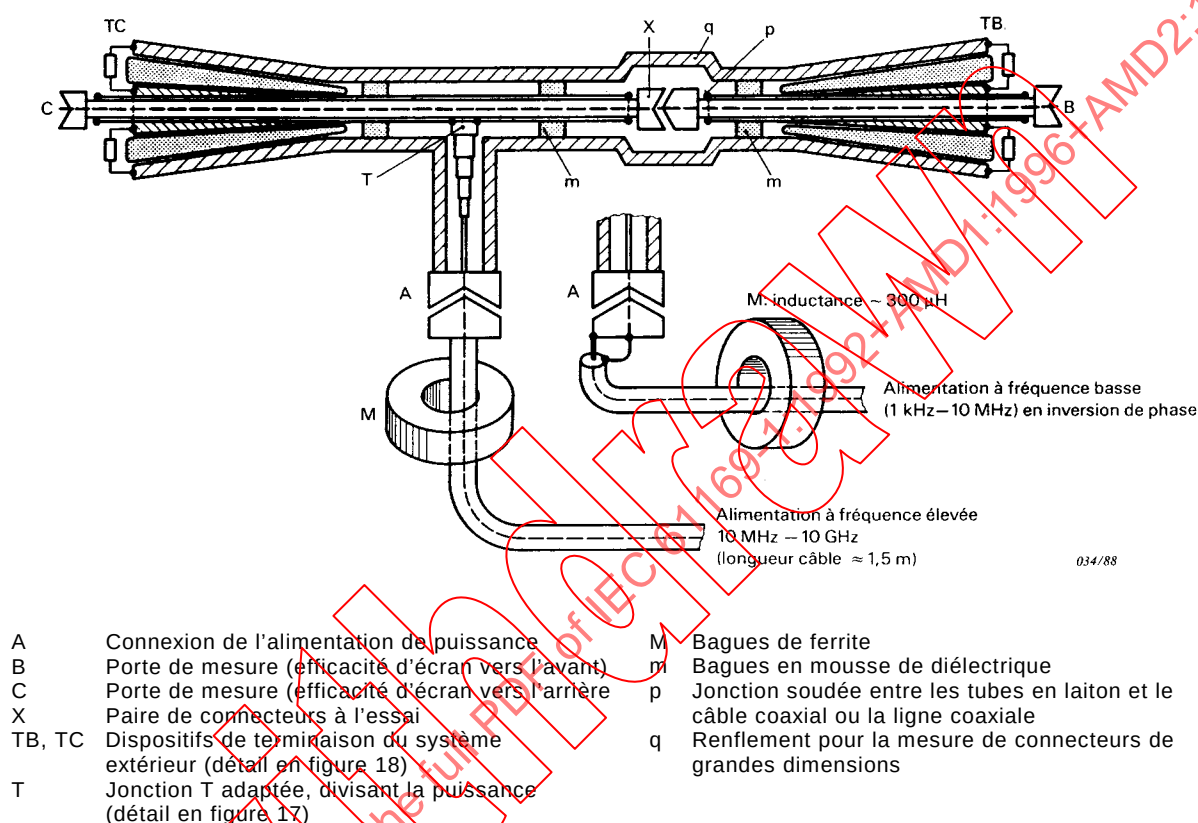


Figure 16 – Montage de mesure tri-coaxial pratiqué pour les deux bandes de fréquence: de 1 kHz à 10 MHz et de 10 MHz à ~ 10 GHz

Un important détail est la construction des terminaisons TB et TC, qui sont réalisées de façon à couvrir entièrement la bande de fréquences de 1 kHz à 10 GHz; voir également la figure 18. Aux fréquences jusqu'à environ 1 GHz, chaque terminaison consiste en 4 résistances parallèles de 200 Ω (en supposant Z_{02} égal à 50 Ω). Aux fréquences plus hautes, jusqu'à 10 GHz, l'onde d'énergie est absorbée dans les expansions en forme de tunnel (cornets) remplies d'éléments absorbants coniques.

Par rapport à la figure 15, la figure 16 montre également les tubes en laiton supplémentaires (p), d'un diamètre de 4 mm à 6 mm, entourant les câbles semi-rigides et soudés à ces câbles à proximité de leur liaison avec la paire de connecteurs à l'essai.

For frequencies below approximately 10 MHz down to 1 kHz, experience has shown that correct results are obtained by feeding with reversed polarity, as depicted in figure 16. Ferrite rings may be necessary for decoupling, particularly towards the upper frequency region of the range.

The multistep matching transformer requires lengthy calculations to determine its dimensions. The data for a practical design are given in figure 17.

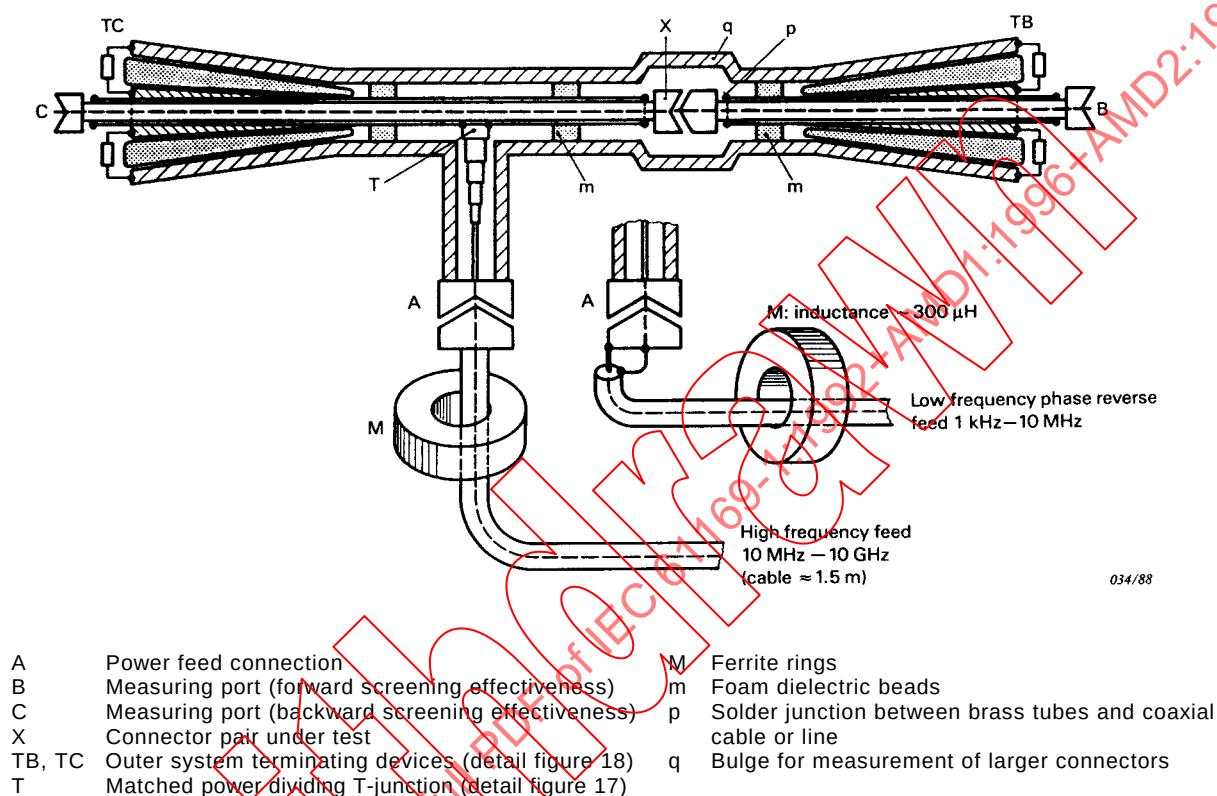
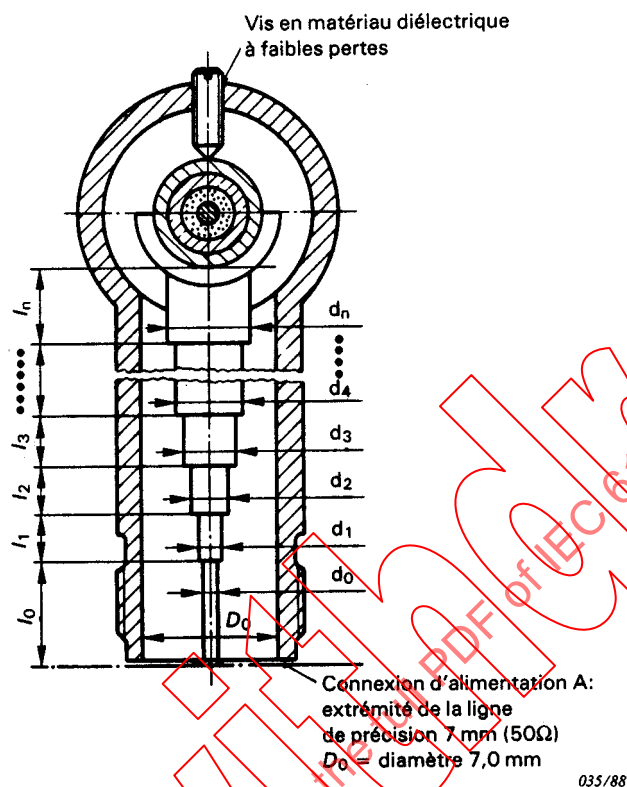


Figure 16 – Practical tri-coaxial test set-up for the two frequency ranges: 1 kHz to 10 MHz and 10 MHz to ~ 10 GHz

An important detail is the construction of the terminations TB and TC, which are to cover the whole frequency range from 1 kHz to 10 GHz; see also figure 18. At frequencies up to about 1 GHz, each termination consists of four parallel resistors of 200Ω (assuming $Z_{02} = 50 \Omega$). At higher frequencies, up to 10 GHz, the wave energy is dissipated in the tunnel-shaped expansions (horns) filled with absorbing conical elements.

In comparison with figure 15, figure 16 shows also additional brass tubes, (p), 4 mm to 6 mm in diameter, surrounding the semi-rigid cables and soldered to them near their mounting to the connector pair under test.

Le conducteur extérieur du système extérieur a un diamètre intérieur de 14 mm. Donc, les connecteurs SMA, APC-3,5 et les connecteurs de dimensions équivalentes peuvent être mesurés sans qu'il soit nécessaire d'augmenter ce diamètre dans la région de la paire de connecteurs. Les tubes de laiton entourant les câbles semi-rigides ont à peu près le même diamètre extérieur que les connecteurs SMA et satisfont donc la condition de l'impédance caractéristique constante $Z_{02} = 50 \Omega$. Pour la mesure des connecteurs de grande dimension, type APC-7 ou N par exemple, le diamètre du tube extérieur doit être augmenté sur un tronçon correspondant à la longueur de la paire de connecteurs, de façon à former un renflement q comme indiqué en figure 16. Les dimensions ne sont pas critiques; des facteurs de réflexion légèrement supérieurs à 0,5 sont admis (perte de désadaptation inférieure à 1,2 dB).



étages n	l [mm]	Ø d [mm]
0	9,16	3,04
1	12,07	3,08
2	11,40	3,17
3	10,93	3,26
4	10,17	3,34
5	7,55	3,42
6	6,08	3,50
7	6,37	3,58
8	6,84	3,66
9	5,53	3,74
10	5,98	3,82
11	5,98	3,90
12	5,53	3,98
13	6,84	4,05
14	6,37	4,13
15	6,08	4,20
16	7,55	4,27
17	10,17	4,34
18	10,93	4,41
19	11,40	4,48
22	12,07	4,55
n = 23	10,00	4,58

Figure 17 - Transformateur d'impédance multi-étage pour la jonction T, efficace dans la bande de fréquences de 1 GHz à 10 GHz

Un exemple de construction mécanique pour le montage de la figure 16 est décrit en figure 17. Un important détail de cette figure montre les éléments d'adaptation, e, à la jonction d'alimentation T (voir figure 19).

9.2.8.2.3 Montage en guide d'ondes adapté pour la bande de fréquence de 3 GHz à 18 GHz

Pour étendre la bande de fréquence au-delà des possibilités du montage tri-coaxial adapté, un montage en guide d'ondes relativement simple a été réalisé, qui permet des mesures jusqu'à environ $\frac{3}{4}$ de la fréquence limite supérieure du connecteur. La figure 20 consiste en deux guides d'ondes côte à côte, possédant un grand côté commun.

Cette paroi a une fente longitudinale et une ouverture plus large dans laquelle s'adapte la paire de connecteurs avec ses câbles semi-rigides.

The outer conductor of the outer system has an inner diameter of 14 mm. Thus, SMA, APC-3,5 and similar sized connectors can be measured without the necessity of increasing this diameter in the region of the connector pair. The brass tubes surrounding the semi-rigid cables have about the same outer diameter as the SMA connector shell and maintain therefore the condition of constant characteristic impedance $Z_{02} = 50 \Omega$. For the measurement of larger size connectors, APC-7 or N-types for example, the dimension of the outer coaxial tube has to be increased over approximately the length of the connector pair, forming a bulge q , as seen in figure 16. The dimensions are not critical; reflection factors up to about 0,5 are acceptable (mismatch loss less than 1,2 dB).

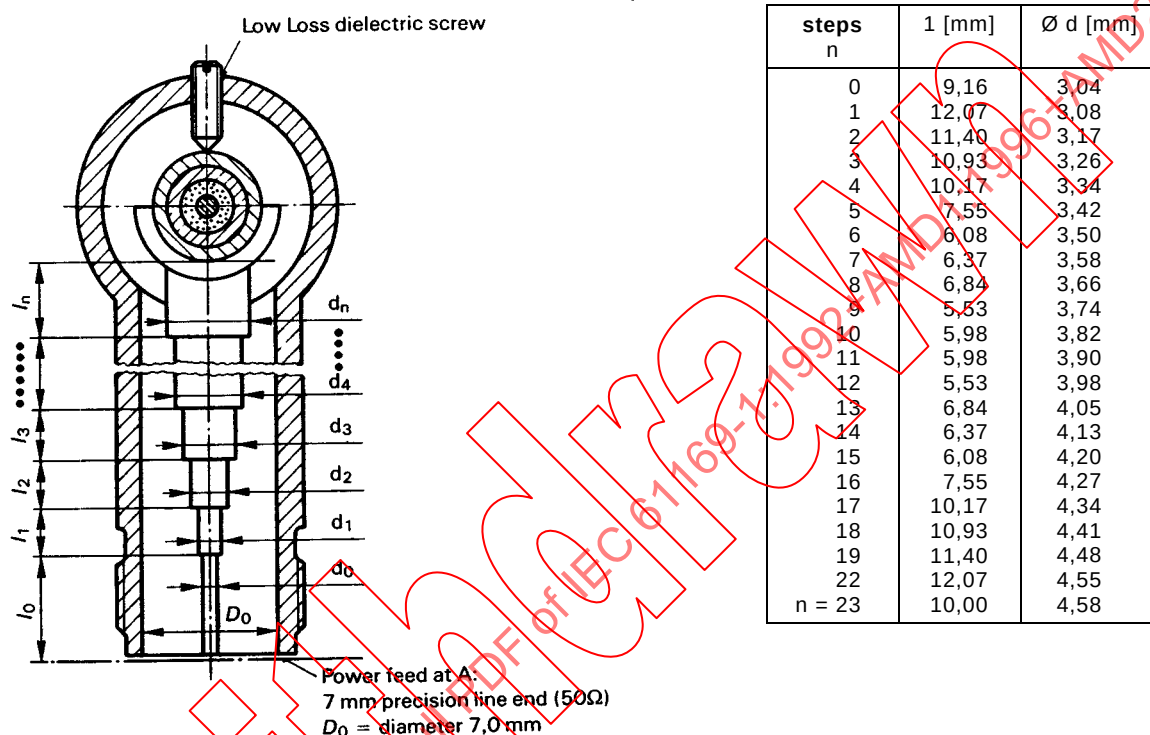


Figure 17 – Multistep impedance transformer for T-junction, effective in the frequency range from 1 GHz to 10 GHz

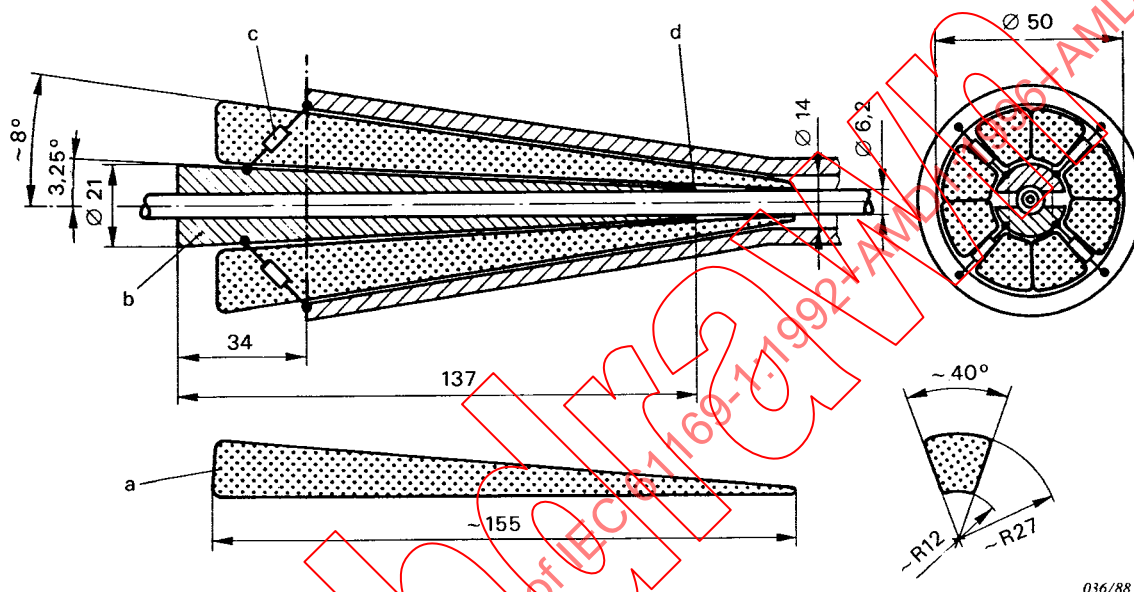
An example of the mechanical construction for the set-up according to figure 16, is depicted in figure 17. As an important detail this figure also shows the matching elements, e, at the feeding junction T (see figure 19).

9.2.8.2.3 The matched waveguide assembly for the frequency range from 3 GHz to 18 GHz

For a further extension of the frequency range beyond the capabilities of the matched tri-coaxial set-up, a relatively simple waveguide assembly has been produced which allows measurements up to about $\frac{3}{4}$ of the connector upper frequency limit. According to figure 20, it consists of two waveguides running side by side and having a common broadside wall.

This wall has a longitudinal slot and a broader opening into which the connector pair with mounted semi-rigid cables fits.

Le signal d'entrée est séparé en deux par un diviseur de puissance 3 dB en phase et ensuite mis en opposition de phase dans les deux bras du guide d'ondes, ces guides d'ondes étant terminés par une charge adaptée aux extrémités opposées. Si l'assemblage est symétrique, le champ autour de la paire de connecteurs à l'essai est à peu près égal au mode TEM dans un montage coaxial. L'impédance Z_{02} , dans le quasi-mode TEM, du système extérieur au niveau de la paire de connecteurs, dépend des dimensions du guide d'ondes et du conducteur; elle peut varier de $\frac{Z_{03}}{3}$ à $3 \cdot Z_{03}$; mais cela affecte la précision totale encore moins que la large dispersion des valeurs d'efficacité d'écran mesurées en pratique, qui apparaît lors des engagements et séparations répétés des connecteurs à l'essai.



- a = Cônes en mousse de diélectrique à faibles pertes, revêtus d'une couche d'un mélange absorbant de, par exemple, 17 g de résine polymérisée (type semi-flexible) et 68 g de poudre de fer (appliquée au pinceau).
- b = Le cône du conducteur intérieur est mécaniquement assemblé par vis pour assurer une bonne pression de contact sur la surface d. La totalité du cône est ajustable longitudinalement sur le système coaxial intérieur, ce qui permet d'optimiser la totalité du facteur de réflexion, de courant continu jusqu'à la fréquence limite supérieure aux environs de 10 GHz (cela doit être mesuré au point d'alimentation A, figure 15, à travers la totalité de l'assemblage).
- c = Quatre résistances radiofréquences 200 Ω à faible dissipation.

Figure 18 – Terminaisons TB et TC combinées pour les basses et les hautes fréquences, la bande de fréquence allant du courant continu à ~ 10 GHz, avec traversée libre pour le système coaxial intérieur

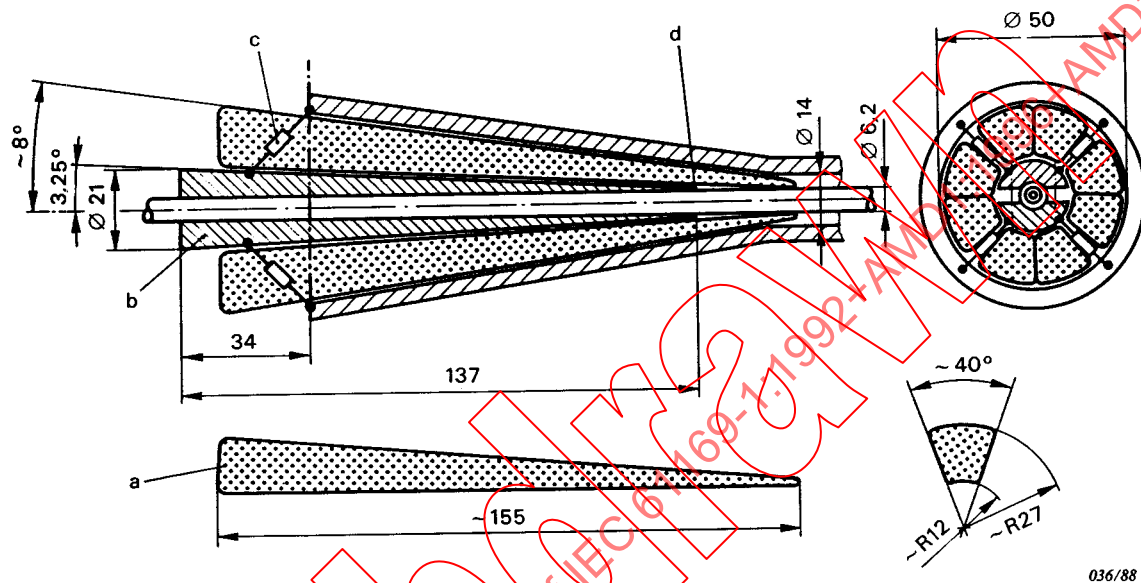
En supposant que le diviseur de puissance et que les dispositifs d'alimentation ne causent pas de pertes, la puissance totale P_2 qui parcourt la paire de connecteurs est égale à la puissance d'entrée P_1 . Donc, en supposant que $Z_{02} = Z_{03} = Z_0$, la relation pour Z_t est:

$$Z_t = 2 \frac{U_3}{U_1} Z_0 = 2 \sqrt{\frac{P_3}{P_1}} Z_0$$

Le montage de mesure complet est exactement le même et tout renseignement le concernant s'applique également ici.

La comparaison des résultats obtenus dans la bande de fréquence commune au montage tri-coaxial et au montage en guide d'ondes, sur un étalon d'impédance de transfert stable et connue, à la place d'une paire de connecteurs, a montré que l'écart était inférieur à 4 dB.

The input signal is split by a 3 dB in-phase power divider and then launched in phase opposition into the two waveguide arms, these waveguides being terminated by a matched load at the opposite ends. If the assembly is symmetrical the field around the connector pair under test is quite similar to the TEM mode in a coaxial arrangement. The quasi TEM mode impedance Z_{02} of the outer system at the connector pair depends on the connector and the waveguide dimensions and may vary from $\frac{Z_{03}}{3}$ to $3 \cdot Z_{03}$; but this affects the overall accuracy even less than the wide dispersion of practically measured screening values, as occurring with repeated engaging and separation of the connectors under test.



- a = Low loss dielectric foam cones, coated with one layer of an absorbing mixture of for example 17 g resin polymer (semi-flexible type) and 68 g iron powder (brush painted).
- b = The inner conductor cone is mechanically screwed together to assure good contact pressure at the area d. The whole cone is longitudinally adjustable on the inner coaxial system to allow the overall reflection factor to be optimized from d.c. to the upper frequency limit of about 10 GHz (this must be measured at the feeding point A, figure 15, through the whole assembly).
- c = Four low power r.f. resistors 200 Ω .

**Figure 18 – Low and high frequency combining feed through terminations TB, TC
frequency range d.c. to ~ 10 GHz**

Assuming that the power divider and the launching devices do not cause losses, the total power P_2 flowing along the connector pair is equal to the input power P_1 . Therefore, and assuming that $Z_{02} = Z_{03} = Z_0$, the relation for Z_t is:

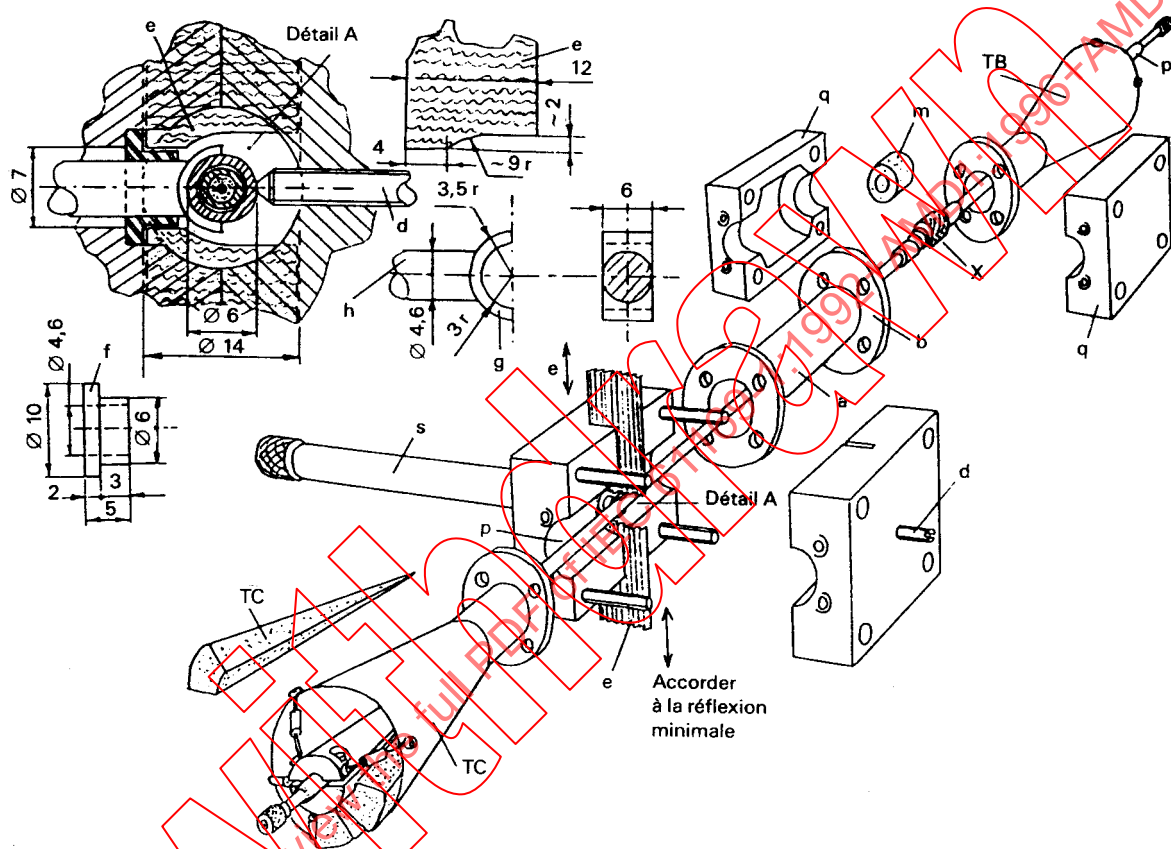
$$Z_t = 2 \frac{U_3}{U_1} Z_0 = 2 \sqrt{\frac{P_3}{P_1}} Z_0$$

The entire measuring set-up is exactly the same as for the tri-coaxial arrangement and all information given there applies as well.

Comparison of results obtained in the overlapping frequency range of the tri-coaxial set-up and the waveguide assembly on a dummy with fixed and stable transfer impedance in place of a connector pair has proved agreement within 4 dB.

La figure 21 est une vue éclatée du montage en guide d'ondes. La fuite résiduelle et la désadaptation du banc peuvent être mesurées avant de couper les ouvertures dans les deux feuilles d'étain c. Ces ouvertures sont découpées avec un couteau de façon qu'il y ait un espace de 1 mm entre le bord d de la feuille et le corps du connecteur X, pour permettre le passage du courant longitudinal à la surface de la paire de connecteurs.

Dans la région de la paire de connecteurs à l'essai, chaque guide d'ondes du montage travaille plus ou moins comme un guide à moulure (voir sur la droite de la figure 20), avec le maximum du champ électrique et magnétique à la surface de la paire de connecteurs.



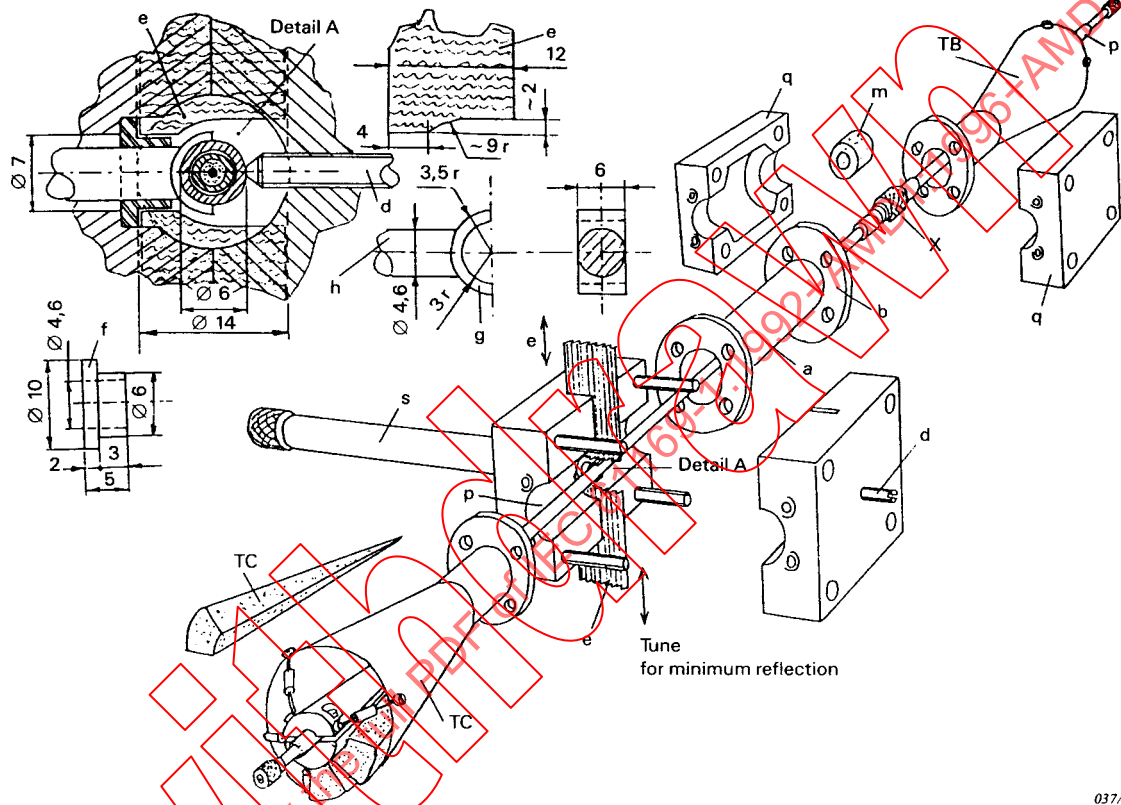
037/88

- a Conducteur extérieur du système extérieur, de diamètre intérieur 14 mm
- b Brides de montage
- d Vis de fixation en diélectrique pour assurer une pression de contact à la jonction en T
- e Dérivations d'adaptation de la jonction en T
- f Bague diélectrique à faible perte de centrage et fixation axiale
- g Fourchette de contact T
- h Conducteur intérieur du transformateur multiétage, côté basse impédance
- m Plusieurs bagues de centrage en mousse diélectrique à faible perte
- p Tube de cuivre rigide de diamètre extérieur 6 mm entourant le câble semi-rigide
- q Renflement dans le conducteur extérieur pour les gros connecteurs (selon leur taille)
- s Conducteur extérieur de transformateur multiétage d'alimentation avec diamètre intérieur 7 mm
- TB, TC Terminaisons coniques avec segments de mousse revêtue d'une couche absorbante et quatre résistances (200 Ω chacune, en parallèle)
- X Paire de connecteurs à l'essai

Figure 19 – Exemple de construction mécanique pour le montage conformément à la figure 16

Figure 21 is an exploded view of the waveguide assembly. The residual leakage and the mismatch of the set-up can be tested before cutting the openings in the two thin sheets c. These apertures are cut with a knife so that there is a 1 mm spacing between the sheet edge d and the connector body X, thus enabling the longitudinal current to flow on the surfaces of the bodies of the connector pair.

In the zone of the connector pair under test, each waveguide of the assembly works more or less similarly to a ridge guide (see right side of figure 20), with the maximum of magnetic field and current on the surfaces of the connector pair.



037/88

- a Outer conductor of outer system with inner diameter of 14 mm
- b Mounting flanges
- d Dielectric fixing screw to assure contact pressure at T-junction
- e T-junction adjusting matching stubs
- f Axial fixing and centering solid low loss dielectric bead
- g T-contact fork
- h Inner conductor of multistep transformer, low impedance side
- m Several centering low loss foam dielectric beads
- p Solid brass tube of outer diameter of 6 mm surrounding semi-rigid cable
- q Bulge in outer conductor for large connectors (size dependent)
- s Outer conductor of feeding multistep transformer with inner diameter of 7 mm
- TB, TC Conical terminations with absorbing layer coated foam segments and four resistors (200 Ω each in parallel)
- X Connector pair under test

Figure 19 – Example of a mechanical construction for the set-up according to figure 16

Les dimensions des ouvertures trapézoïdales dans les deux plaques de métal b dépendent du guide d'ondes et des dimensions des connecteurs; elles sont exprimées comme des fractions des dimensions du connecteur, du câble et du guide d'ondes (voir figure 17). Le montage en guide d'ondes doit être fixé mécaniquement avec des serre-joints et la paire de connecteurs et le montage sur câble doivent également être attachés pour assurer des conditions de mesure stables.

Le diamètre extérieur admissible pour la paire de connecteurs à l'essai est approximativement $(0,25 \dots 0,9) \cdot a$.

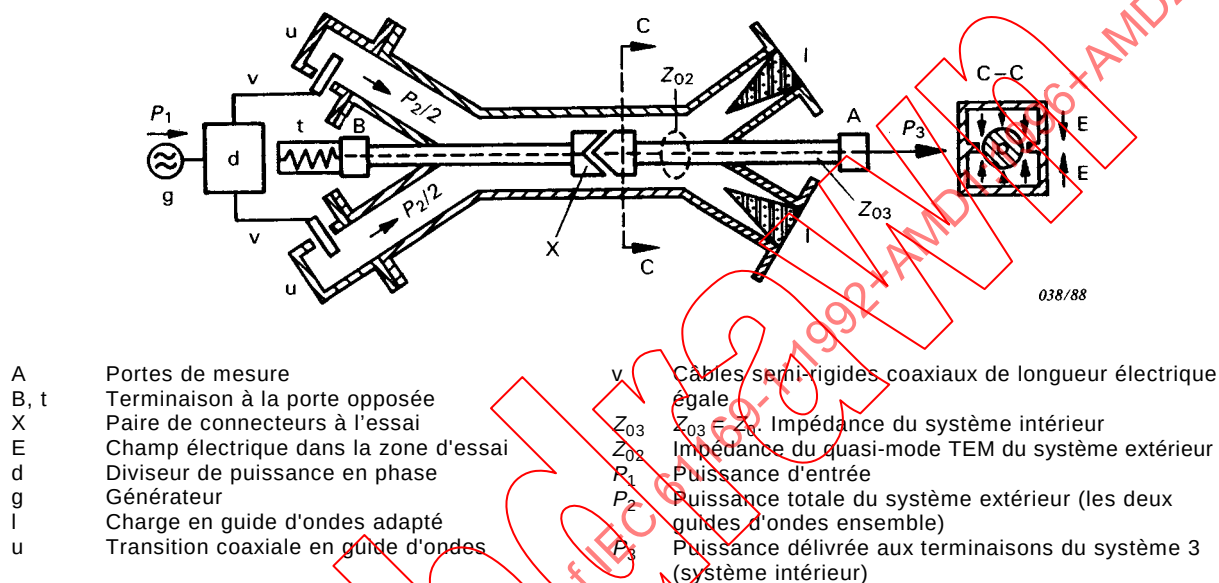


Figure 20 – Montage en guide d'ondes

9.2.8.2.4 Limites pratiques de la bande d'atténuation mesurable et répétabilité

En pratique, la plus basse valeur de Z_t mesurable en balayage dépend des caractéristiques du préamplificateur à faible bruit, de l'amplificateur de puissance et de l'analyseur de spectre.

Elle peut être exprimée par le quotient le plus bas $\frac{P_3}{P_2}$ que l'on peut obtenir avec précision adéquate, quand P_3 est la puissance délivrée à chaque terminaison du système coaxial intérieur et P_2 la puissance de l'onde qui passe de la paire de connecteurs à mesurer dans le système extérieur, l'impédance caractéristique étant partout égale à Z_0 .

En accord avec l'approximation donnée plus haut, la relation entre Z_t et $\frac{P_3}{P_2}$ est:

$$Z_t = 2 \frac{U_3}{U_2} Z_0 = 2 \sqrt{\frac{P_3}{P_2}} \cdot Z_0$$

La limite pratique, $\frac{P_3}{P_2}$ exprimée en décibels, dans la totalité de la bande de fréquence de 1 kHz à 12 GHz, que l'on peut obtenir avec un équipement ordinaire, est à peu près de 155 dB. Cela correspond à peu près à $Z_t \approx 2 \mu\Omega$.

The dimensions of the trapezoidal openings in the two metal plates b depend on the waveguide and connector sizes and are expressed as fractions of the connector, cable and waveguide dimensions (see figure 17). The wave-guide assembly has to be mechanically fixed by clamps and the connector pair and cable set-up shall also be fastened to assure stable measuring conditions.

The admissible range of the outer diameter of the connector pair under test is approximately $(0,25 \dots 0,9) \cdot a$.

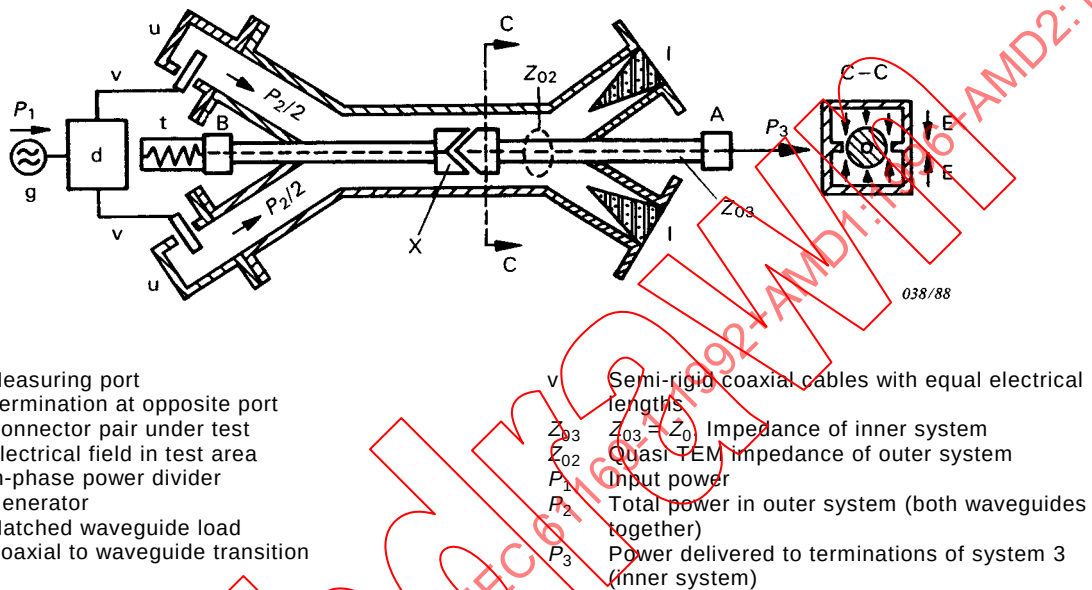


Figure 20 – Waveguide set-up

9.2.8.2.4 Practical limits of measurable attenuation range and reproducibility

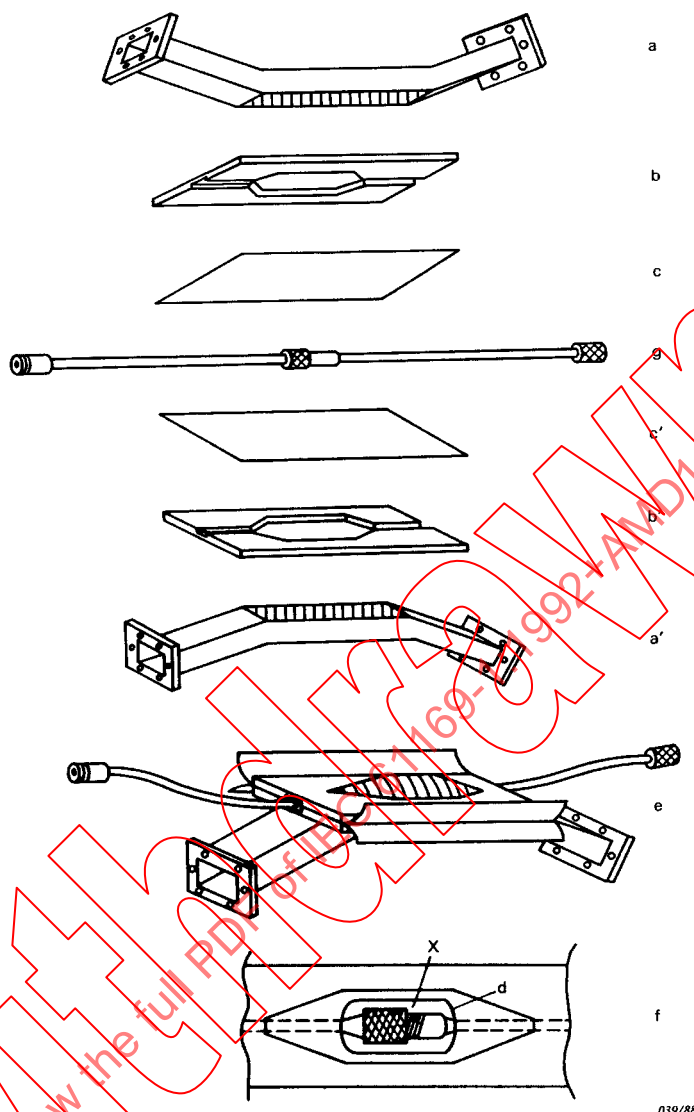
In practice the lowest value of Z_t measurable by swept methods depends on the characteristics of the low noise preamplifier, the power amplifier and the spectrum analyzer.

It may be expressed by the lowest ratio $\frac{P_3}{P_2}$ obtainable with adequate accuracy, where P_3 is the power delivered at each termination of the inner coaxial system, and P_2 the wave power flowing over the test connector pair in the outer system, the characteristic impedance being all of equal value Z_0 .

According to the derivation given earlier the relation between Z_t and $\frac{P_3}{P_2}$ is:

$$Z_t = 2 \frac{U_3}{U_2} Z_0 = 2 \sqrt{\frac{P_3}{P_2}} \cdot Z_0$$

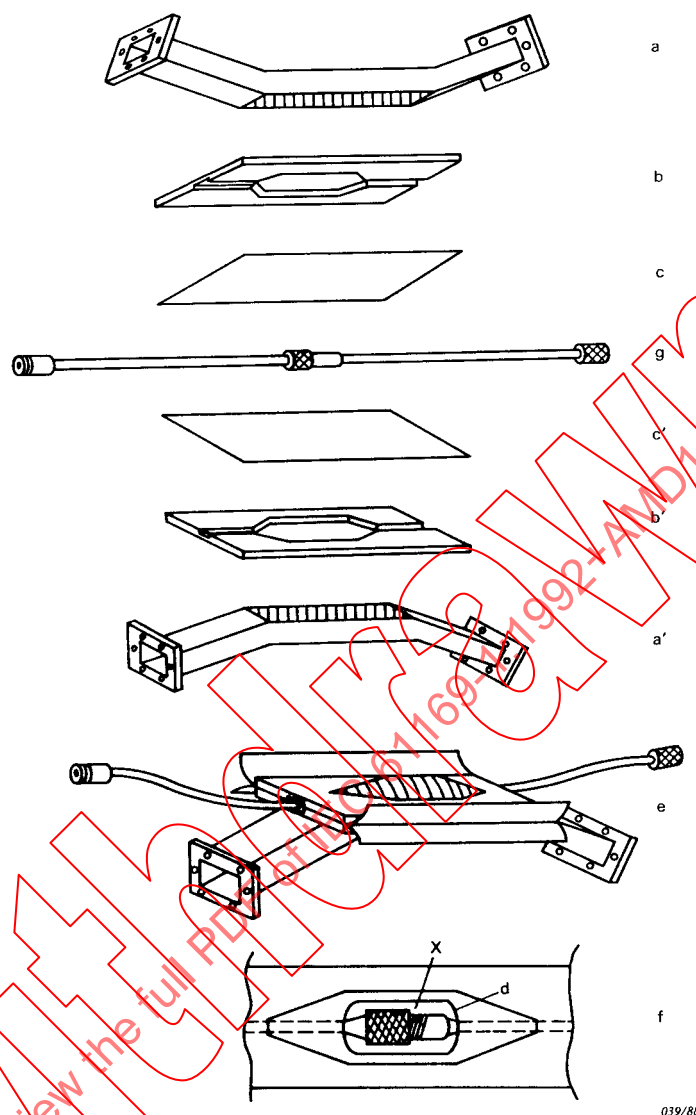
The practical limit, $\frac{P_3}{P_2}$ expressed in decibels, in the whole frequency 1 kHz to 12 GHz, obtainable with the usual equipment, is about 155 dB. This corresponds to $Z_t \approx 2 \mu\Omega$.



- | | | | |
|-------|--|---|--|
| a, a' | Guides d'ondes supérieur et inférieur | e | Montage complet (le guide d'ondes supérieur étant enlevé), les feuilles d'étain non encore coupées, prêt pour la mesure de fuite et de désadaptation |
| b, b' | Diaphragmes supérieur et inférieur | f | Vue du diaphragme à l'intérieur du montage |
| c, c' | Feuilles d'étain supérieure et inférieure, d'épaisseur $\approx 0,05$ mm | d | Bord de la feuille d'étain |
| g | Paire de connecteurs à l'essai montée sur câble semi-rigide avec ses connecteurs d'extrémité | X | Paire de connecteurs en essai |

Figure 21 – Vue éclatée du montage en guide d'ondes

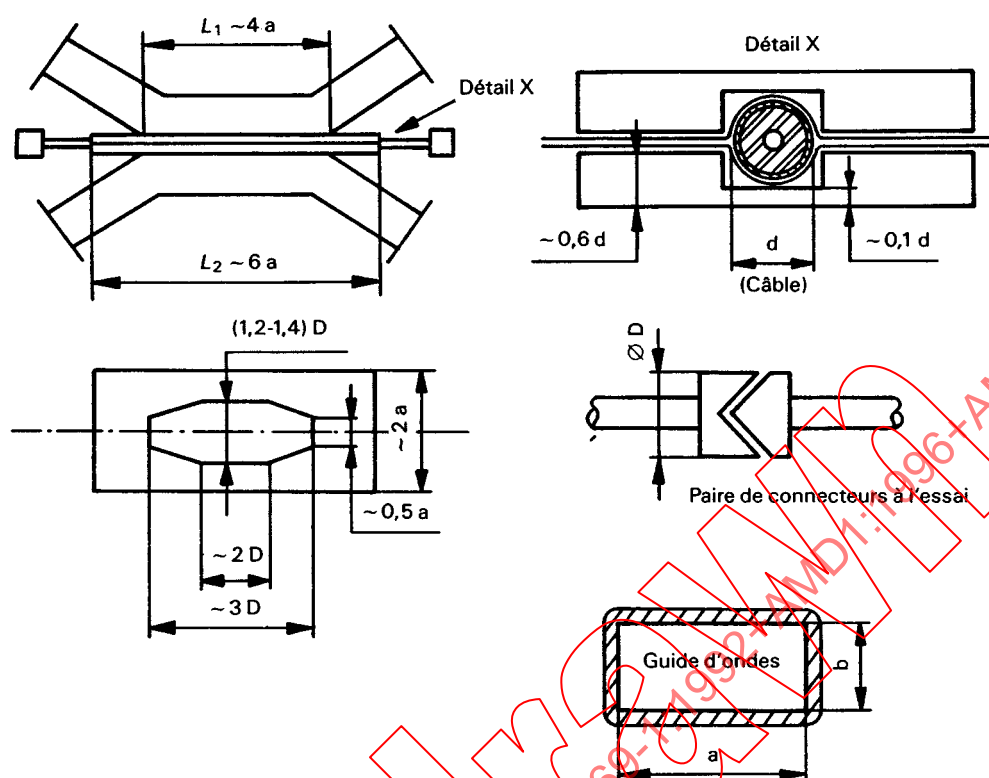
La précision de mesure dépend de la qualité de l'atténuateur étalonné, de la stabilité de l'instrument et des réflexions (parasites) en plusieurs points du montage. On trouve à peu près ± 3 dB. Cela paraît être adéquat, vu la dispersion beaucoup plus large des valeurs d'atténuation due, en particulier, aux problèmes de manipulation mécanique des paires de connecteurs. Par exemple, doubler le couple de serrage quand on accouple une paire de connecteurs de type N peut facilement faire baisser Z_t de 30 dB et plus.



- | | | | |
|-------|---|---|--|
| a, a' | Upper and lower waveguides | e | Completed assembly (upper waveguide removed), thin sheets not yet cut, ready for leakage and mismatch test |
| b, b' | Upper and lower diaphragm plates | f | View of diaphragm within assembly |
| c, c' | Upper and lower thin sheets of $\approx 0,05$ mm thickness | d | Edge of thin sheet |
| g | Connector pair under test with mounted semi-rigid cables and terminating connectors | X | Connector pair under test |

Figure 21 – Exploded view of waveguide assembly

The measuring accuracy depends on the quality of the calibrated attenuator, the instrument stability and the (unwanted) reflections at several spots of the set-up. It is found to be about ± 3 dB. This seems to be adequate when considering the much wider dispersion of attenuation values resulting from problems such as the mechanical handling of the connector pairs. For instance, doubling the coupling torque when engaging an N-type connector pair may easily lower Z_t by 30 dB and more.



a, b Dimensions intérieures des guides d'ondes
d Diamètre extérieur du câble

Figure 22 – Dimensions du montage en guide d'ondes

9.2.8.3 Mesure en domaine temporel

A l'étude.

9.2.9 Essai de décharge (effet de couronne)

9.2.9.1 Méthode et prescriptions

Pour cet essai, un câble approprié doit être raccordé au connecteur et la tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs du câble. Aucune graisse ou composé similaire ne doit être utilisé dans ou sur l'échantillon d'essai.

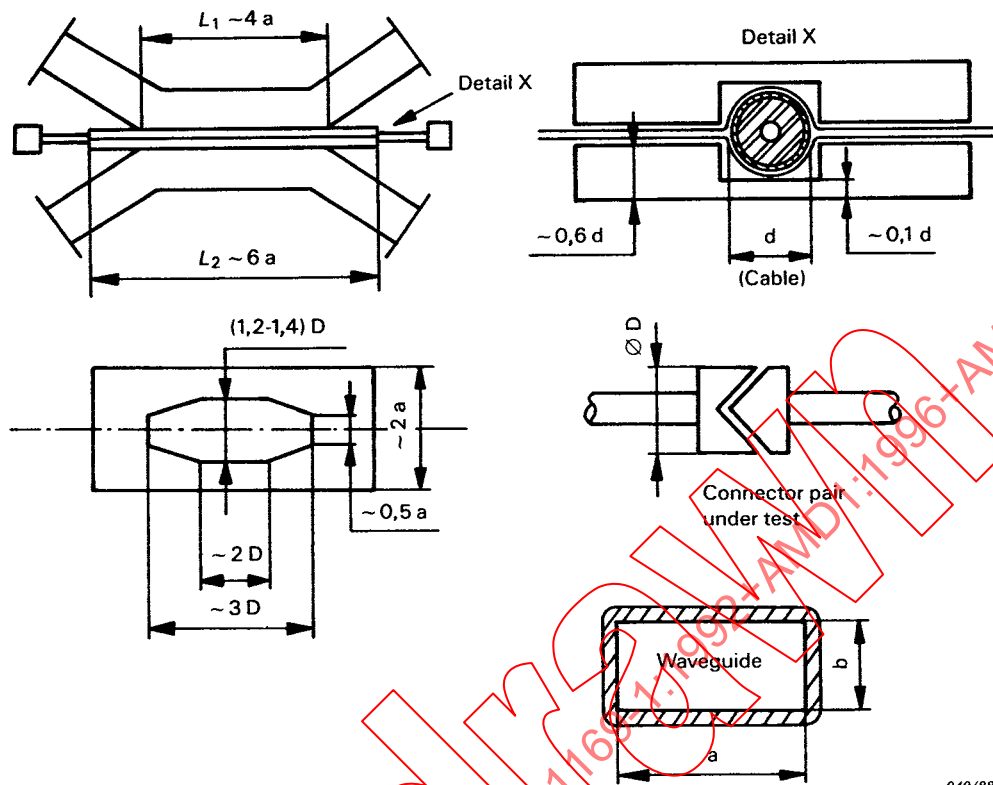
L'application d'une haute tension aux échantillons d'essai, juste avant l'essai de décharge, peut affecter les résultats de mesure; une période de reprise est donc recommandée, après l'application préalable d'une tension, avant d'effectuer l'essai de décharge.

Des précautions doivent être prises afin d'éviter des résultats erronés dus aux effets de couronne aux extrémités des câbles.

Les connecteurs ne doivent être essayés qu'en état accouplé.

La tension à appliquer doit avoir une fréquence comprise entre 40 Hz et 60 Hz. La durée totale de l'application de la tension ne doit pas dépasser 5 min.

Le circuit de mesure pour cet essai doit être celui de la figure 23, ou un circuit donnant les mêmes résultats.



a, b Inner sizes of waveguides
d Outer diameter of cable

Figure 22 – Waveguide assembly dimensions

9.2.8.3 Measurement in the time domain

Under consideration.

9.2.9 Discharge test (corona test)

9.2.9.1 Procedure and requirements

For this test, an appropriate cable shall be attached to the connector and the test voltage shall be applied between the conductors of the cable. No grease or similar compounds shall be used in or on the test sample.

The application of a high voltage to the test samples immediately before the discharge test, may affect the measured results; a rest interval is therefore recommended, after previous voltage application, before carrying out the discharge test.

Care shall be taken to avoid spurious effects caused by corona at the cable ends.

The connectors shall be tested only in the mated condition.

The voltage to be applied shall have a frequency between 40 Hz and 60 Hz. The total duration of the application of the voltage shall not exceed 5 min.

The circuit for this test shall be as shown in figure 23, or a circuit giving the same results.

Afin de permettre la mesure des décharges, les composants du circuit d'essai doivent être peu sensibles à l'effet de couronne afin que les décharges de 5 pC ou plus se produisant sur le spécimen d'essai ne soient pas cachées. Les parties submergées dans l'huile doivent être purgées d'air.

La tension doit être augmentée lentement jusqu'à ce que le détecteur, réglé pour une sensibilité de 5 pC, indique une décharge couronne soutenue. Ensuite, la tension doit être immédiatement diminuée jusqu'à ce que la décharge couronne soit égale à 5 pC, la tension correspondante étant le niveau de la tension couronne du connecteur en essai.

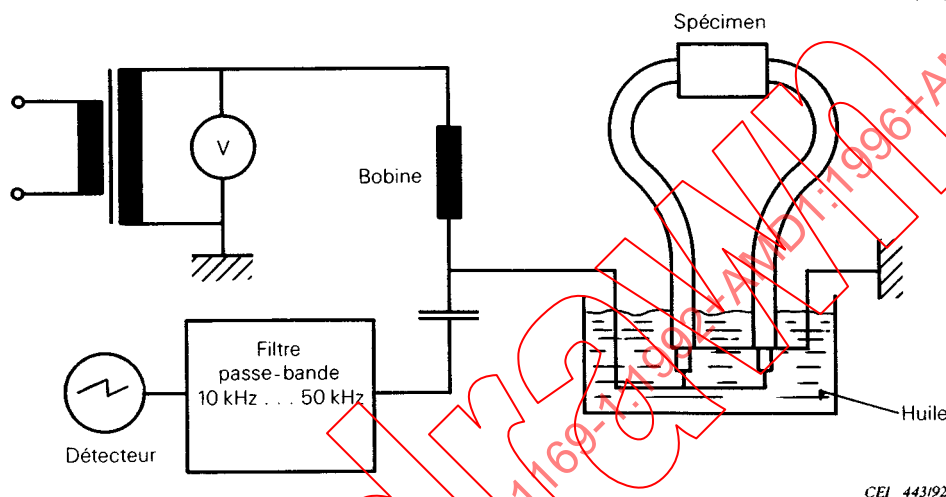


Figure 23 – Circuit de mesure pour l'essai de décharge

L'essai peut être effectué à une pression atmosphérique réduite si prescrit dans la spécification correspondante afin de simuler des applications correspondant à la haute altitude.

9.2.9.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur minimale de la tension d'extinction;
- b) pression atmosphérique si différente de la pression normale;
- c) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3 Essais mécaniques et méthodes de mesure

9.3.1 Généralités

Les mesures à effectuer à chaque étape de ces essais doivent être indiquées dans la spécification correspondante.

9.3.2 Soudure, vibrations, force de rétention du calibre, tenue des contacts prisonniers

NOTE – Ces essais formaient une «séquence normale d'essai» dans la CEI 60169-1; ils sont considérés maintenant comme des essais individuels. L'essai appelé «charge statique» a été supprimé.

9.3.2.1 Soudure

Les sorties et les surfaces sur lesquelles des connexions doivent être faites doivent être essayées afin de s'assurer que les surfaces se mouillent facilement et qu'aucune dégradation n'apparaisse par la suite des effets de la chaleur pendant l'opération de sondage. Les essais doivent être effectués en accord avec l'essai Ta de la CEI 60068-2-20. Lorsque cet essai est prescrit, la spécification correspondante doit identifier les sorties et fournir les informations demandées pour l'essai Ta. La spécification correspondante peut aussi prescrire l'essai Tb.

To allow the measurement of the discharges, the components of the test circuit shall be corona free to the extent that discharges of 5 pC or more occurring in the test specimen are not obscured. The parts submerged in oil shall be purged of air.

The voltage shall be slowly increased until the detector, operated at a sensitivity of 5 pC, indicates a sustained corona discharge. Then the voltage shall immediately be decreased until corona is at the 5 pC level, the corresponding voltage being the corona level of the connector under test.

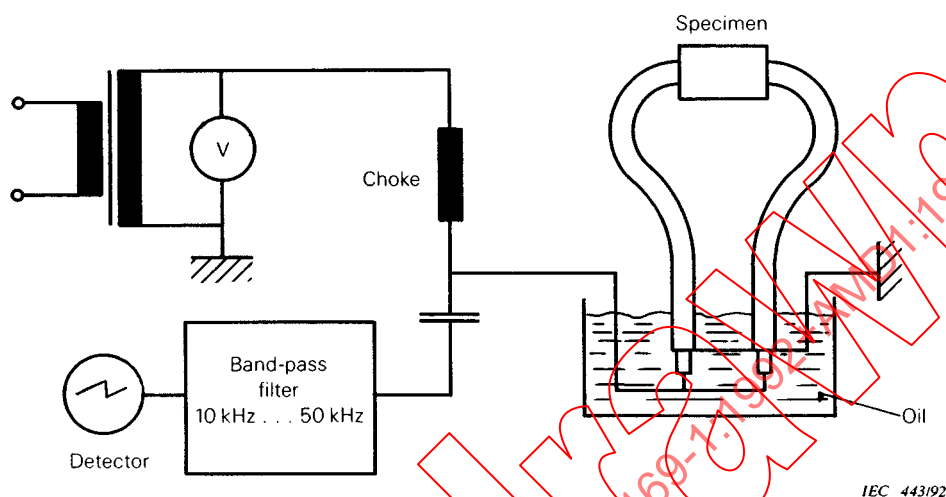


Figure 23 – Measuring circuit for the discharge test

The test may be carried out at reduced atmospheric pressure when required by the relevant specification to simulate high altitude applications.

9.2.9.2 Information to be given in the relevant specification

- minimum value of the extinction voltage;
- atmospheric pressure if other than standard;
- any deviation from the standard test procedure.

9.3 Mechanical tests and measuring procedures

9.3.1 General

Measurements to be made at any stage of these tests shall be indicated in the relevant specification.

9.3.2 Soldering, vibration, gauge retention force, effectiveness of contact captivation

NOTE – These tests formed a "standard testing sequence" in IEC 60169-1 but are now to be considered as individual tests. The test called "static load" has been deleted.

9.3.2.1 Soldering

Terminations and surfaces to which soldered connections are to be made shall be tested to ensure that the surfaces wet easily and that damage does not occur due to the heating effect of the soldering processes. Tests shall be carried out in accordance with Test Ta of IEC 60068-2-20, and when required the relevant specification shall identify the termination(s) and provide the information as indicated for Test Ta. Test Tb may be applied if specified in the relevant specification.

9.3.2.1.1 Soudabilité

Les essais doivent être effectués selon les modalités de l'essai Ta de la CEI 60068-2-20. Cet essai peut être effectué sur des pièces détachées ou sous-ensembles prélevés avant d'être assemblés dans les connecteurs et, si prescrit, soumis à un conditionnement préalable ou un vieillissement.

Lorsque cet essai est effectué sur des connecteurs assemblés, les prescriptions doivent être données dans la spécification correspondante qui doit aussi indiquer:

- méthode du fer : taille du fer;
- méthode du bain : profondeur d'immersion.

NOTE – Pour la soudure des corps, d'autres méthodes peuvent être prescrites. Elles doivent être indiquées dans la spécification correspondante.

La soudabilité des connecteurs pour montage sur cartes imprimées peut être vérifiée selon les modalités de l'essai Ta de la CEI 60068-2-54 en utilisant la méthode de la balance de mouillage. Cette méthode peut également être utilisée comme méthode de référence pour les sorties indépendamment de leur forme. Lorsque cette méthode est utilisée, les paramètres d'un ou plusieurs des critères suivants doivent être donnés dans la spécification correspondante:

- i) établissement du mouillage;
- ii) progression du mouillage;
- iii) stabilité du mouillage.

9.3.2.1.2 Résistance à la chaleur de soudage

Cet essai doit être effectué sur des connecteurs assemblés non accouplés. Ils doivent être soumis à la méthode 1B ou la méthode 2 de l'essai Tb de la CEI 60068-2-20 qui donnent les détails des prescriptions normales et les informations à indiquer dans la spécification correspondante.

NOTE – Pour la soudure des corps d'autres méthodes peuvent être prescrites. Elles doivent être indiquées dans la spécification correspondante.

9.3.3 Vibrations

9.3.3.1 Méthode

L'essai doit être effectué sur des connecteurs accouplés en accord avec l'essai Fc de la CEI 60068-2-6. Sauf spécification contraire, on doit effectuer l'essai en n'employant que l'épreuve d'endurance par balayage.

La sévérité de l'essai de vibration doit être définie par la combinaison de trois paramètres: gamme de fréquence, amplitude des vibrations et durée de l'endurance. La spécification correspondante doit prescrire les exigences pour chacun des paramètres choisis parmi les suivants:

Gamme de fréquence de balayage –	10 Hz –	150 Hz
	10 Hz –	500 Hz
	10 Hz –	2 000 Hz

9.3.2.1.1 Solderability

Tests shall be made in accordance with Test Ta of IEC 60068-2-20. This test may be carried out on piece-parts/subassemblies taken from batches prior to assembly into connectors and, if prescribed, subject to prior conditioning or ageing.

When applied to assembled connectors the requirements shall be laid down in the relevant specification which shall also prescribe:

- soldering iron method – the size of the bit;
- solder bath – the depth of the immersion.

NOTE – For soldering bodies alternative procedures may be required. These shall be as prescribed in the relevant specification.

Solderability of printed board mounting connectors may be tested in accordance with Test Ta of IEC 60068-2-54 using the wetting balance method. This method may also be used as a reference method for terminations irrespective of shape. When requiring use of this method, the appropriate parameters of one or more of the following requirements shall be given in the relevant specification:

- i) for the onset of wetting;
- ii) for the progress of wetting;
- iii) for the stability of the wetting.

9.3.2.1.2 Resistance to soldering heat

This test shall be carried out on assembled connectors in the unmated condition. They shall be subjected to Method 1B or Method 2 of IEC 60068-2-20 which includes details of the normal requirements and the information to be given in the relevant specification.

NOTE – For soldering bodies alternative procedures may be required. These shall be as prescribed in the relevant specification.

9.3.3 Vibration

9.3.3.1 Procedure

The test shall be carried out on mated sets of connectors in accordance with Test Fc of IEC 60068-2-6. Unless otherwise specified, the test shall consist of endurance by sweeping only.

The vibration severity shall be defined by the combination of three parameters: frequency range, vibration amplitude and duration of endurance. The relevant specification shall prescribe the appropriate requirement for each parameter selected from the following preferred values:

Swept frequency ranges –	10 Hz –	150 Hz
	10 Hz –	500 Hz
	10 Hz –	2 000 Hz

Amplitude de vibrations (avec fréquence de transition 57 Hz – 62 Hz)

Amplitude du déplacement crête (non crête à crête) en dessous de la fréquence de transition	Amplitude de l'accélération au-dessus de la fréquence de transition	
mm	m/s ²	<i>g_n</i>
0,75	100	10
1,0	150	15
1,5	200	20

Durée de l'endurance – 2, 5, 12 ou 20 cycles de balayage (suivant chaque axe)

On doit faire vibrer les connecteurs dans chacune des trois directions perpendiculaires, l'une d'elles doit être parallèle à l'axe commun des connecteurs.

La continuité des conducteurs central et extérieur doit être surveillée, comme spécifié en 9.2.4.

9.3.3.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- câble convenable à utiliser, détails de montage des connecteurs et serrage des câbles si différent de 9.1.1;
- sévérités;
- prescriptions relatives aux performances;
- toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.4 Force de rétention du calibre (contacts élastiques)

9.3.4.1 Méthode et prescriptions

Les contacts élastiques femelle (douille) ou mâle (broche) doivent être essayés de la manière suivante en utilisant les calibres prescrits:

- Le calibre causant la déformation maximale doit être appliqué sur le contact et retiré trois fois. Pour un contact central femelle, le diamètre du calibre doit être le diamètre maximal spécifié du contact mâle du connecteur. Pour le contact extérieur mâle, le diamètre intérieur du calibre doit être le diamètre minimal spécifié du contact femelle du corps du connecteur.

NOTE – L'utilisation d'un calibre de forçage peut être demandée par la spécification correspondante.

- Le calibre causant la déformation minimale doit ensuite être appliqué sur le contact. Le contact doit supporter le calibre lorsqu'il pend du contact en position verticale. Pour le contact central femelle, le diamètre du calibre doit être le diamètre minimal spécifié du contact mâle du connecteur. Pour un contact extérieur mâle, le diamètre intérieur du calibre doit être le diamètre maximal spécifié du contact femelle du corps du connecteur.

9.3.4.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- détails dimensionnels concernant le ou les calibres pour le préconditionnement;
- détails dimensionnels et masse concernant le ou les calibres pour vérifier la force de rétention;
- si prescrit, la force d'insertion du ou des calibres de préconditionnement;
- toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.5 Rétention du contact central

9.3.5.1 Méthode

Les connecteurs libres doivent être équipés d'un câble approprié et de connecteurs fixes d'un fil.

Un couple axial et/ou une force, comme prescrit dans la spécification correspondante, doivent être appliqués sans à-coups au contact central. La spécification correspondante doit aussi prescrire l'amplitude, la durée et le sens d'application du couple et/ou de la force.

Vibration amplitude (with cross-over frequency 57 Hz – 62 Hz)

Peak displacement (not peak-to-peak) amplitude below cross-over frequency	Acceleration amplitude above cross-over frequency	
mm	m/s ²	g_n
0,75	100	10
1,0	150	15
1,5	200	20

Duration of endurance – 2, 5, 12 or 20 sweep cycles (in each axis)

The connectors shall be vibrated in each of three perpendicular directions, one of which shall be parallel to the common axis of the connectors.

The centre and the outer contact continuity shall be monitored as specified in 9.2.4.

9.3.3.2 Information to be given in the relevant specification

- appropriate cable to be used, details of mounting connectors and clamping of cables if other than in 9.1.1;
- severities;
- performance requirements;
- any deviation from the standard test procedure.

9.3.4 Gauge retention force (resilient contacts)

9.3.4.1 Procedure and requirements

Resilient contacts, either female (socket) or male (pin), shall be tested in the following manner using the specified gauges:

- The gauge causing the maximum deformation shall be applied to the contact and withdrawn three times. For a centre female contact, the diameter of the gauge shall be the maximum specified diameter of the mating male contact. For the outer male contact, the inner diameter of the gauge shall be the minimum specified diameter of the female body.

NOTE – The use of an oversize test gauge may be called for in the relevant specification.

- The gauge causing minimum deformation shall then be engaged with the contact. The contact shall support the gauge when the gauge is hanging from the contact in the vertical position. For a centre female contact, the diameter of the gauge shall be the minimum specified diameter of the mating male contact. For an outer male contact, the inner diameter of the gauge shall be the maximum specified diameter of the female body.

9.3.4.2 Information to be given in the relevant specification

- dimensional details of the gauge(s) for pre-conditioning;
- dimensional details and mass of the gauge(s) for checking the retention force;
- when required the insertion force of the pre-conditioning gauge(s);
- any deviation from the standard test procedure.

9.3.5 Centre contact captivation

9.3.5.1 Procedure

Free connectors shall be fitted with an appropriate cable and fixed connectors with a wire.

An axial torque and/or force, as specified by the relevant specification, shall be applied smoothly to the centre contact. The relevant specification shall also prescribe the magnitude, the duration and the sense of application of torque and/or force.

9.3.5.2 Prescriptions

Après retrait de la contrainte, le déplacement permanent du contact central par rapport au corps du connecteur ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans la spécification correspondante.

9.3.5.3 Renseignements que doit fournir la spécification

- a) câble approprié à utiliser;
- b) amplitude, durée et sens du couple et de la force;
- c) toute dérogation à la méthode normale et aux prescriptions.

9.3.6 Forces et couples d'accouplement et de désaccouplement

9.3.6.1 Généralités

L'accouplement est l'action consistant à accoupler à fond les connecteurs et à faire fonctionner le mécanisme de verrouillage, s'il existe. Le désaccouplement est l'opération inverse. L'accouplement et le désaccouplement nécessitent des mouvements axiaux avec des forces d'insertion et d'extraction. Pour le fonctionnement du mécanisme de verrouillage, il peut être nécessaire d'effectuer des mouvements de rotation supplémentaires sur une bague de verrouillage nécessitant l'application d'un couple.

NOTE – Les connecteurs avec un écrou fileté de couplage sont couverts par le 9.3.11.

9.3.6.2 Méthode

L'essai doit être effectué sur des paires de connecteurs ou avec un calibre, si prescrit dans la spécification correspondante. Il doit y avoir cinq cycles successifs d'accouplement et de désaccouplement sur les mêmes spécimens d'essai. Les forces et les couples, selon le cas, doivent être mesurés au cinquième cycle.

9.3.6.3 Prescriptions

La force d'insertion et le couple à l'accouplement ne doivent pas excéder la valeur spécifiée dans la spécification correspondante. Le moment maximal du couple de torsion au désaccouplement et la force de retrait doivent rester dans les limites prescrites dans la spécification correspondante.

9.3.6.4 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur maximale de la force d'insertion et du couple à l'accouplement, si applicable;
- b) valeurs momentanées maximale et minimale admissibles pour le couple de désaccouplement, si applicable, et la force de retrait;
- c) toute dérogation à la méthode normale.

9.3.7 Essais mécaniques sur la fixation du câble

9.3.7.1 Objet

Déterminer si le système de fixation ou de serrage du câble est efficace lorsque des forces de traction et/ou des couples sont appliqués au câble raccordé.

9.3.7.2 Effet de la rotation du câble (nutation de l'extrémité du câble)

9.3.7.3 Méthode

Le câble comme indiqué dans la spécification correspondante doit être attaché au connecteur selon les instructions du fabricant.

La longueur du câble doit être égale à trois fois le rayon de courbure du câble minimal spécifié.

9.3.5.2 Requirements

After removal of the stress, the permanent displacement of the centre contact with regard to the connector body shall not exceed the value specified in the relevant specification.

9.3.5.3 Information to be given in the relevant specification

- a) appropriate cable to be used;
- b) magnitude, duration and sense of torque and force;
- c) any deviation from standard procedure and requirements.

9.3.6 Engagement and separation forces and torques

9.3.6.1 General

Engagement is the action of fully inserting the connector and operating the coupling mechanism, if any. Separation is the reverse procedure. Engagement and separation involve axial movements requiring insertion and withdrawal forces. Operation of the coupling mechanism may involve additional rotary movement of a coupling ring requiring a torque.

NOTE – Connectors with threaded coupling nuts are covered by 9.3.11.

9.3.6.2 Procedure

The test shall be carried out on connector pairs or with a gauge if specified by the relevant specification. There shall be five successive cycles of engagement and separation on the same test specimens. The forces and torques as applicable shall be measured on the fifth cycle.

9.3.6.3 Requirement

The insertion force and the coupling torque shall not exceed the value specified by the relevant specification. The momentary maximum decoupling torque and withdrawal force shall be within the limits specified by the relevant specification.

9.3.6.4 Information to be given in the relevant specification

- a) maximum value of insertion force and coupling torque, where applicable;
- b) momentary maximum and minimum values permitted for the decoupling torque, where applicable, and the withdrawal force;
- c) any deviation from the standard procedure.

9.3.7 Mechanical tests on cable fixing

9.3.7.1 Object

To determine whether the device for fixing or clamping the cable is effective when tensile forces and/or torques are applied to the attached cable.

9.3.7.2 Effect of cable rotation (nutating of cable end)

9.3.7.3 Procedure

The cable as specified in the relevant specification shall be attached to the connector according to the manufacturer's instructions.

The length of the cable shall be equal to three times the specified minimum cable bending radius.

Le connecteur doit être fixé d'une manière convenable et l'extrémité libre du câble défléchie d'une telle mesure que le rayon de courbure minimal soit atteint. En maintenant cette déflexion constante, l'extrémité du câble doit être alors déplacée le long d'un cercle dans un plan perpendiculaire à l'axe du connecteur pour un nombre spécifié de révolutions (nutations). Pendant cette procédure, le câble ne doit pas tourner autour de son axe par rapport au connecteur.

Sauf prescription contraire, le nombre de rotations doit être égal à 10 dans chaque direction.

9.3.7.4 Prescriptions

Après l'essai, le câble ne doit montrer aucun signe de détérioration due au frottement.

9.3.7.5 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) caractéristiques nécessaires du câble approprié;
- b) rayon minimal de courbure du câble;
- c) nombre de révolutions (nutations) dans chaque direction si différent de 10;
- d) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.8 Efficacité du système de serrage du câble contre la traction

9.3.8.1 Méthode

Le câble comme indiqué dans la spécification correspondante doit être raccordé au(x) connecteur(s) selon les instructions du fabricant. Sauf prescription contraire, la longueur du câble doit être égale de 100 mm à 150 mm. Le connecteur doit être fixé de façon convenable.

Une force de traction comme indiqué dans la spécification correspondante doit être appliquée à l'extrémité libre du câble. Si des connecteurs sont placés aux deux extrémités du câble, la force doit être appliquée entre les deux connecteurs le long de l'axe commun du câble et des sorties de câble. Sauf prescription contraire, la force doit être appliquée pendant 60 s minimum et dans le cas d'un connecteur unique à une distance au moins égale à 50 mm minimum de la sortie de câble.

Si explicitement spécifié, le facteur de réflexion doit être mesuré.

9.3.8.2 Prescriptions

Ni le diélectrique ni la gaine ne doivent avoir bougé par rapport à la sortie de câble du ou des connecteur(s).

Si spécifié, le facteur de réflexion ne doit pas excéder la valeur prescrite.

9.3.8.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) câble à utiliser et longueur si différente de 100 mm à 150 mm;
- b) valeur de la force, méthode d'application et son point d'application si différent de 50 mm minimum de la sortie de câble;
- c) durée d'application de la force si différente de 60 s minimum;
- d) prescriptions pour le facteur de réflexion, si applicable;
- e) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

The connector shall be held in a convenient way and the free end of the cable deflected to such an amount that the minimum bending radius will be obtained. Holding this deflection constant, the cable end shall then be moved along a circle in a plane perpendicular to the axis of the connector for a prescribed number of revolutions (nutations). During this procedure, the cable shall not rotate within the attachment to the connector.

Unless otherwise specified the number of rotations shall be 10 in each direction.

9.3.7.4 Requirements

After the test, the cable shall not show any sign of deterioration due to rubbing.

9.3.7.5 Information to be given in the relevant specification

- a) necessary characteristics of the appropriate cable;
- b) minimum bending radius of the cable;
- c) number of revolutions (nutations) in each direction if other than 10;
- d) any deviation from the standard test method.

9.3.8 Effectiveness of clamping device against cable pulling

9.3.8.1 Procedure

The cable as specified in the relevant specification shall be attached to the connector(s) in accordance with the manufacturer's instructions. Unless otherwise specified the cable length shall be 100 mm to 150 mm. The connector shall be suitably fixed.

A tensile force as specified by the relevant specification shall be applied to the free end of the cable. If connectors are fitted to both ends of the cable the force shall be applied between the two connectors along the common axis of the cable and cable outlets. Unless otherwise specified the force shall be applied for a period of 60 s minimum and, in the case of a single connector, at a distance of at least 50 mm minimum from the cable outlet.

If explicitly specified, the reflection factor shall be measured.

9.3.8.2 Requirements

Neither the dielectric nor the sheath shall have moved in relation to the cable outlet of the connector(s).

If specified, the reflection factor shall not exceed the prescribed value.

9.3.8.3 Information to be given in the relevant specification

- a) cable to be used and the length if other than 100 mm to 150 mm;
- b) value of force, method of application and its point of application if other than 50 mm minimum from cable outlet;
- c) duration of application of force if other than 60 s minimum;
- d) requirements for the reflection factor, if applicable;
- e) any deviation from the standard test procedure.

9.3.9 Efficacité du système de serrage du câble contre la flexion

9.3.9.1 Méthode

Le câble comme indiqué dans la spécification correspondante doit être raccordé au connecteur selon les instructions du fabricant. Sauf prescription contraire, la longueur du câble doit être de 100 mm à 150 mm.

Le connecteur câble doit être maintenu ou fixé en position horizontale. Une force de flexion doit ensuite être appliquée au câble en attachant à son extrémité une masse spécifiée suffisante pour obtenir le rayon minimal de courbure commençant à l'entrée du câble dans le connecteur.

La masse est ensuite retirée et le câble replacé dans sa position droite originale. Ces opérations sont considérées comme étant un cycle de flexion.

Le nombre de cycles doit être prescrit dans la spécification correspondante.

9.3.9.2 Prescriptions

Après l'essai, le câble doit rester raccordé au connecteur de façon ferme sans aucune trace de détérioration sur la jonction câble-connecteur.

9.3.9.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) type de câble à utiliser;
- b) rayon minimal de courbure de câble;
- c) longueur du câble entre la sortie de câble et le point d'attache de la masse si différente de 100 mm à 150 mm;
- d) valeur de la masse nécessaire pour produire le rayon minimal de courbure;
- e) nombre de cycles de flexion;
- f) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.10 Efficacité du système de serrage du câble contre la torsion

9.3.10.1 Méthode

Le câble comme indiqué dans la spécification correspondante doit être raccordé selon les instructions du fabricant. Sauf prescription contraire, la longueur du câble doit être de 100 mm à 150 mm. Le connecteur doit être fixé de façon convenable.

Un couple axial de valeur spécifiée doit être appliqué à l'extrémité libre du câble droit. Sauf prescription contraire, le couple doit être appliqué à une distance de la sortie de câble au moins égale à 50 mm et pour une durée de 60 s minimum.

9.3.10.2 Prescriptions

Le câble ne doit ni glisser ni tourner par rapport au(x) connecteur(s).

9.3.10.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) le câble à utiliser et sa longueur si différente de 100 mm à 150 mm;
- b) la valeur du couple et les méthodes de son application;
- c) la durée d'application du couple si différente de 60 s minimum;
- d) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.9 Effectiveness of clamping device against cable bending

9.3.9.1 Procedure

The cable as specified in the relevant specification shall be attached to the connector in accordance with the manufacturer's instructions. Unless otherwise specified the cable length shall be 100 mm to 150 mm.

The assembled connector shall be held or clamped in a horizontal position. A bending force shall then be applied to the cable by attaching to its free end a mass, sufficient to cause the cable to assume its minimum bend radius commencing at the point of cable entry into the connector.

The mass is then removed and the cable returned to its original straight position. These operations shall be regarded as one bending cycle.

The number of bending cycles shall be prescribed by the relevant specification.

9.3.9.2 Requirements

After the test, the cable shall still be firmly attached to the connector with no visible deterioration of the connector-to-cable junction.

9.3.9.3 Information to be given in the relevant specification

- a) type of cable to be used;
- b) minimum bending radius of the cable;
- c) length of cable from cable outlet to point of attachment of the mass if other than 100 mm to 150 mm;
- d) value of the mass necessary to produce the minimum bending radius;
- e) number of bending cycles;
- f) any deviation from the standard test method.

9.3.10 Effectiveness of clamping device against cable torsion

9.3.10.1 Procedure

The cable as specified in the relevant specification shall be attached in accordance with the manufacturer's instructions. Unless otherwise specified the length of the cable shall be 100 mm to 150 mm. The connector shall be suitably fixed.

An axial torque of specified magnitude shall be applied to the free end of the straight cable. Unless otherwise specified the torque shall be applied at a distance of at least 50 mm from the cable outlet and for a duration of 60 s minimum.

9.3.10.2 Requirements

The cable shall neither slip nor rotate in relation to the connector(s).

9.3.10.3 Information to be given in the relevant specification

- a) the cable to be used and its length if not 100 mm to 150 mm;
- b) value of the torque and method of its application;
- c) duration of application of the torque if other than 60 s minimum;
- d) any deviation from the standard test procedure.

9.3.11 Tenue du mécanisme de verrouillage

9.3.11.1 Objet

Déterminer la possibilité du mécanisme de verrouillage de résister à une force axiale de traction et, dans le cas de connecteurs à verrouillage à vis, de supporter un couple d'essai.

9.3.11.2 Méthode

Une force axiale de traction doit être appliquée sans à-coups aux paires de connecteurs accouplés, le mécanisme de verrouillage pour le cas des connecteurs à verrouillage à vis ayant été serré au couple normal de verrouillage.

Pour des connecteurs à verrouillage à vis, le mécanisme de verrouillage est ensuite serré au couple d'essai et encore desserré trois fois.

Sauf prescription contraire, la force doit être maintenue pendant 60 s minimum.

9.3.11.3 Prescriptions

Aucun dommage ne doit apparaître et le mécanisme de verrouillage doit résister.

Si prescrit dans la spécification correspondante, les paires de connecteurs doivent ensuite être soumises aux mesures du 9.3.6 et doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans la spécification correspondante.

9.3.11.4 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur de la force et méthode d'application;
- b) durée d'application de la force;
- c) valeur du couple normal de verrouillage;
- d) valeur du couple d'essai;
- e) nombre de paires de connecteurs à essayer;
- f) prescriptions si les essais et les mesures du 9.3.6 sont applicables;
- g) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.12 Moment de flexion (et force de cisaillement)

9.3.12.1 Méthode

Les paires de connecteurs accouplés doivent être soumises à un moment de flexion de telle façon que le mécanisme de verrouillage subisse une contrainte.

L'un des connecteurs doit être fixé soit par son moyen normal de fixation (connecteur fixe) soit par une forte bride de serrage appropriée (connecteur libre). Le moment de flexion doit être produit par une force perpendiculaire à l'axe du connecteur à une distance convenable par rapport au plan de référence. Si approprié, une fiche d'essai mécanique spéciale doit être utilisée. La force doit être appliquée sans à-coups.

NOTE – Cette méthode produisant le moment de flexion provoque aussi une force de cisaillement qui peut être maintenue faible en utilisant un long bras de levier.

9.3.12.2 Prescriptions

Aucun dommage ne doit apparaître et le mécanisme de verrouillage doit résister.

Les paires de connecteurs doivent ensuite être soumises aux essais et aux mesures du 9.3.6 et doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans la spécification correspondante.

9.3.11 Strength of coupling mechanism

9.3.11.1 Object

To determine the mechanical ability of the coupling mechanism to withstand an axial tensile force and, additional in the case of screw coupled connectors, a proof torque.

9.3.11.2 Procedure

An axial tensile force shall be applied smoothly to mated connector pairs the coupling of which, in the case of screw coupled connectors, has been tightened to the normal coupling torque.

In the case of screw coupled connectors, the coupling is then additionally tightened to the proof torque and loosened again three times.

Unless otherwise specified the applied force shall be maintained for a period of 60 s minimum.

9.3.11.3 Requirements

No damage shall occur and the coupling mechanism shall not fail.

If required by the relevant specification, the connector pairs shall then be subjected to the tests and measurements of 9.3.6 and shall meet the requirements specified by the relevant specification.

9.3.11.4 Information to be given in the relevant specification

- a) value of the force and method of application;
- b) duration of application of the force;
- c) value of normal coupling torque;
- d) value of proof torque;
- e) number of connector pairs to be tested;
- f) requirement whether or not the tests and measurements of 9.3.6 shall be applied;
- g) any deviation from the standard test procedure.

9.3.12 Bending moment (and shearing force)

9.3.12.1 Procedure

Mated sets of connectors shall be subjected to a bending moment in such a way that the coupling mechanism is stressed.

One of the connectors shall be fixed either by the normal means of attachment (fixed connector), or by a suitably strong clamp (free connector). The bending moment shall be produced by a force perpendicular to the connector axis at a suitable distance from the reference plane. If appropriate a special mechanical test plug shall be used for this purpose. The force shall be applied smoothly.

NOTE – This method of producing the bending moment causes also a shearing force which may be kept small by using a long lever arm.

9.3.12.2 Requirements

No damage shall occur and the coupling mechanism shall not fail.

The connector pairs shall then be subjected to the tests and measurements of 9.3.6 and shall meet the requirements specified by the relevant specification.

9.3.12.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) valeur de la force et le point de son application;
- b) durée d'application de la force;
- c) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.3.13 Secousses

9.3.13.1 Méthode

L'essai de secousses doit être fait en accord avec CEI 60068-2-29 sur des paires de connecteurs accouplés.

Les connecteurs doivent être raccordés à une longueur convenable d'un câble approprié et les paires de connecteurs accouplés montées selon l'une des méthodes suivantes indiquée dans la spécification correspondante:

- a) fixation des connecteurs et du câble;
- b) fixation de câbles seulement en laissant les connecteurs suspendus librement;
- c) si l'un des connecteurs est un modèle à fixer, ce connecteur doit être monté en utilisant les moyens prévus.

Avec a) et c), les moyens de fixation et de serrage des câbles doivent être comme en 9.1.1 sauf prescription contraire.

Sauf prescription contraire, les sévérités indiquées dans la spécification correspondante doivent être choisies par les valeurs préférentielles suivantes:

Accélération crête		Sévérité	
		Durée	Nombre de secousses dans la direction spécifiée
g_r	(équivalence m/s^2)	ms	
15	150	6	4 000 + 10
40	400	6	1 000 + 10
40	400	6	4 000 + 10

La spécification correspondante doit fixer dans quelles directions et dans quel sens les secousses spécifiées doivent être appliquées.

Pendant l'essai de secousses, la continuité des contacts central et extérieur doit être surveillée, comme spécifié en 9.2.4.

9.3.13.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) câble approprié à utiliser et sa longueur;
- b) détails de montage des connecteurs et des câbles;
- c) sévérités;
- d) directions et sens des secousses;
- e) prescriptions relatives aux performances;
- f) toute dérogation à la méthode normale.

9.3.14 Chocs

9.3.14.1 Méthode

L'essai de chocs doit être effectué en accord avec CEI 60068-2-27 sur une paire de connecteurs accouplés.

9.3.12.3 Information to be given in the relevant specification

- value of the force and the point of its application;
- duration of application of the force;
- any deviation from the standard test procedure.

9.3.13 Bump

9.3.13.1 Procedure

The bump test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-29, on mated pairs of connectors.

The connectors shall be attached to a suitable length of appropriate cable and the mated pair of connectors mounted in one of the following ways as prescribed by the relevant specification:

- clamping both the connectors and the cable;
- clamping the cables only and thus leaving the connectors freely suspended;
- if one of the connectors is a fixed style, this connector shall be mounted using the intended means.

With a) and c) the arrangements for mounting, and for clamping the cables shall be as in 9.1.1 unless otherwise specified.

Unless otherwise specified, the severities indicated in the relevant specification shall be chosen from the following preferred values:

		Severity	
Peak acceleration		Duration	Number of bumps in each specified direction
g_n	(equivalent m/s^2)	ms	
15	150	6	4 000 + 10
40	400	6	1 000 + 10
40	400	6	4 000 + 10

The relevant specification shall state in which directions and senses the specified bumps shall be applied.

During the bumping the centre and outer contact continuity shall be monitored as specified in 9.2.4.

9.3.13.2 Information to be given in the relevant specification

- appropriate cable to be used and its length;
- details of mounting of connectors and cables;
- severities;
- directions and sense of conditioning;
- performance requirements;
- any deviation from the standard procedure.

9.3.14 Shock

9.3.14.1 Procedure

The shock test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-27 on a mated pair of connectors.

Les connecteurs doivent être raccordés à une longueur convenable de câble approprié et les paires de connecteurs accouplés montées selon l'une des méthodes suivantes indiquée dans la spécification correspondante:

- a) fixation des connecteurs et du câble;
- b) fixation de câbles seulement en laissant les connecteurs suspendus librement;
- c) si l'un des connecteurs est un modèle à fixer, ce connecteur doit être monté en utilisant les moyens prévus.

Avec a) et c), la méthode de montage et les dispositifs de serrage des câbles doit être comme en 9.1.1 sauf prescription contraire.

Les sévérités de l'essai de chocs à prescrire par la spécification correspondante doivent être, de préférence, choisies parmi les valeurs préférentielles suivantes:

Sévérité			
Accélération crête		Durée correspondante de l'impulsion	Forme de l'impulsion
g_n	(équivalence m/s^2)	ms	
30	300	18	demi-sinusoïdales
40	500	11	demi-sinusoïdales
100	1 000	6	demi-sinusoïdales

La spécification correspondante doit fixer dans quelles directions et dans quel sens les chocs doivent être appliqués et le nombre de chocs.

Pendant chaque choc, la continuité des contacts central et extérieur doit être surveillée, comme spécifié en 9.2.4.

9.3.14.2 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) câble approprié à utiliser et sa longueur;
- b) détails de montage des connecteurs et de serrage des câbles si différents de 9.1.1;
- c) sévérités;
- d) directions et sens des chocs;
- e) prescriptions relatives aux performances;
- f) toute dérogation à la méthode normale.

9.3.15 Traction du fil de sécurité

Une torsade simple de fils de sécurité doit être bouclée à travers le trou et y être fixée. Une force spécifiée doit être appliquée aux fils de sécurité dans deux directions à partir du connecteur. L'une des tractions doit être parallèle à l'axe du connecteur et l'autre doit être perpendiculaire à l'axe du connecteur (voir figure 24). Cet essai doit être effectué dans des conditions statiques. Chaque trou doit être individuellement soumis à l'essai.

Le fil de sécurité doit être en acier anticorrosion d'un diamètre de 0,50 mm ou de 0,35 mm.

La valeur préférentielle pour cet essai doit être:

- force appliquée: 67 N minimum;
- durée d'application: 30 s.

The connectors shall be attached to a suitable length of appropriate cable and the mated pair of connectors mounted in one of the following ways as prescribed by the relevant specification:

- clamping of both the connectors and the cable;
- clamping the cables only and thus leaving the connectors freely suspended;
- if one of the connectors is a fixed style this connector shall be mounted using the intended means.

With a) and c) the method of mounting and arrangements for clamping the cables shall be as in 9.1.1 unless otherwise specified.

The shock test severity to be prescribed by the relevant specification shall, preferably, be selected from amongst the following preferred values:

Severity			
Peak acceleration		Corresponding duration of nominal pulse	Pulse shape
g_n	(equivalent m/s^2)		
30	300	18	half-sine
40	500	11	half-sine
100	1 000	6	half-sine

The relevant specification shall state in which directions and senses the specified shocks shall be applied, and the number of shocks.

During each shock, the centre and outer contact continuity shall be monitored as specified in 9.2.4.

9.3.14.2 Information to be given in the relevant specification

- appropriate cable to be used and its length;
- details of mounting of connectors and clamping of cables if other than in 9.1.1;
- severities;
- directions and senses of shocks;
- performance requirements;
- any deviation from the standard procedure.

9.3.15 Safety wire hole pull-out

A single strand of safety wire shall be looped through the safety hole and secured to itself. A specified force shall be applied in two directions to the safety wire pulling away from the connector. One pull shall be parallel to the connector axis and one pull shall be perpendicular to the connector axis (see figure 24). This test is to be conducted under static conditions. All holes are to be tested individually.

The safety wire shall be made of corrosion-resistant steel 0,50 mm in diameter or 0,35 mm in diameter.

The preferred value for this test shall be:

- applied force: 67 N minimum;
- duration: 30 s.

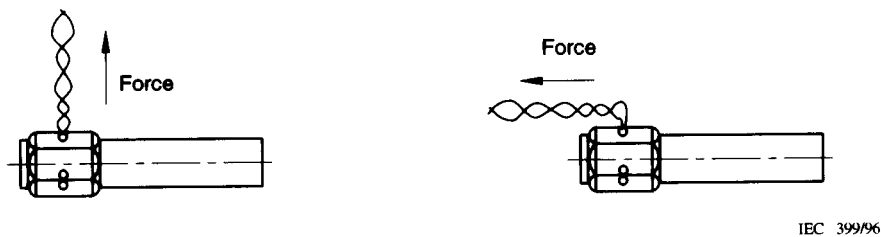


Figure 24 – Procédure de traction du fil de sécurité

Dernier essai du *groupe D1*

Méthode d'essai QC 220000 Paragraphe	Niveau de qualité M				Niveau de qualité H			
	Essai exigé	NC	NQA %	Périodicité	Essai exigé	NC	NQA %	Périodicité
9.3.15	ia	S4	0,4	Lot	ia	S3	4	Lot

Efficacité des trous de fil de sécurité; pièces détachées (D).

9.4 Essais et conditions climatiques

9.4.1 Introduction

9.4.1.1 Rappel des conditions

Les essais et conditions climatiques comprennent:

- les connecteurs des catégories climatiques x/x/21 et x/x/56 doivent être soumis à la séquence climatique basée sur la séquence climatique normale de l'article 7 de la CEI 60068-1 définissant les conditions particulières:
 - chaleur sèche; essai Ba, de la CEI 60068-2-2;
 - chaleur humide; essai cyclique; premier cycle de l'essai Db, de la CEI 60068-2-30;
 - froid; essai Aa, de la CEI 60068-2-1;
 - basse pression atmosphérique; essai M, de la CEI 60068-2-13;
 - chaleur humide; essai cyclique; cycle(s) restant(s) de l'essai Db;
- essai Ca; Essai continu de chaleur humide, de la CEI 60068-2-3;
- essai Na; Variations de température, de la CEI 60068-2-14, article 1;
- essai Q; Étanchéité, de la CEI 60068-2-17;
- essai Ka; Brouillard salin, de la CEI 60068-2-11;
- essai Kc; Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions, de la CEI 60068-2-42;
- essai L; Poussière et sable (à l'étude).

9.4.1.2 Méthode générale

Pour le sous-échantillon des connecteurs soumis aux conditions climatiques (essais climatiques et périodes de reprise), la moitié des spécimens doit être accouplée et l'autre moitié doit rester non accouplée, sauf indication contraire.

Un câble approprié doit être raccordé aux connecteurs et les extrémités libres du câble préparées de telle façon que les conducteurs intérieur et extérieur puissent être reliés électriquement pour les besoins de la mesure. Si nécessaire, les extrémités libres doivent être traitées afin d'empêcher la pénétration de l'humidité. Les connecteurs fixes doivent être montés en accord avec l'article 9.1.1, et la partie arrière du panneau doit être si nécessaire protégée contre la pénétration de l'humidité.

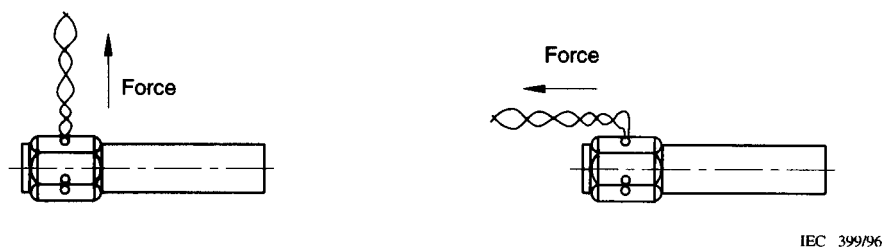


Figure 24 – Safety wire hole pull-out procedure

Last test in group D1

Test method QC 220000 Subclause	Assessment level M				Assessment level H			
	Test required	IL	AQL %	Period	Test required	IL	AQL %	Period
9.3.15	ia	S4	0,4	Lot	ia	S3	4	Lot

Effectiveness of safety wire locking holes; piece parts (D)

9.4 Climatic conditionings and tests

9.4.1 Introduction

9.4.1.1 Survey of conditionings

The climatic conditionings and tests comprise the following:

- connectors of the climatic categories x/x/21 and x/x/56 shall be subjected to the climatic sequence based on the standard climatic sequence in clause 7 of IEC 60068-1, consisting of the individual conditionings:
 - dry heat; Test Ba, of IEC 60068-2-2;
 - damp heat, cyclic; first cycle of Test Db, of IEC 60068-2-30;
 - cold; Test Aa, of IEC 60068-2-1;
 - low air pressure; Test M, of IEC 60068-2-13;
 - damp heat, cyclic; remaining cycle(s) of Test Db;
- test Ca; Damp heat, steady state, of IEC 60068-2-3;
- test Na; Change of temperature, of IEC 60068-2-14, clause 1;
- test Q; Sealing, of IEC 60068-2-17;
- test Ka; Salt mist, of IEC 60068-2-11;
- test Kc; Sulphur dioxide test for contacts and connections, of IEC 60068-2-42;
- test L; Dust and sand (under consideration).

9.4.1.2 General procedure

From a subsample of connectors subjected to the conditioning procedures and subsequent recovery period, half the numbers of specimens shall be mated and half the number shall stay unmated, unless otherwise specified.

An appropriate cable shall be attached to cable connectors and the free ends prepared in such a way that the inner and outer conductors can be electrically connected for measuring purposes. Where necessary the free ends shall be treated to prevent ingress of moisture. Fixed connectors shall be mounted in accordance with clause 9.1.1, and the back of panel portion shall, where appropriate, be protected against ingress of moisture.

NOTE – On devra prêter une attention toute particulière aux spécimens de connecteur destinés à la mesure du facteur de réflexion (voir 9.2.1).

Les sévérités climatiques pour les basse et haute températures et la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent correspondre à la catégorie climatique du connecteur, comme indiqué dans la spécification correspondante.

Si applicable, les spécimens doivent subir un préconditionnement et être ensuite examinés visuellement puis vérifiés électriquement et mécaniquement avant de les soumettre aux conditions et aux essais, comme indiqué dans la spécification correspondante.

9.4.2 Séquence climatique

9.4.2.1 Méthode

La séquence climatique doit être effectuée selon les modalités de l'essai Z/ABDM en appliquant la méthode et les sévérités indiquées dans la spécification correspondante. Sauf prescription contraire, la méthode 1 doit être utilisée pour les essais d'homologation.

Sauf prescription contraire dans la spécification correspondante, l'essai de basse pression atmosphérique (Essai M) doit être effectué à la pression de 4,4 kPa (44 mbar) pendant une durée de 1 h. Pendant les 5 dernières minutes de l'essai basse pression atmosphérique, l'essai de tension de tenue prescrit dans la spécification correspondante doit être effectué. Il ne doit y avoir ni claquage ni amorçage d'arc.

NOTE – Pour les besoins de l'essai 4,4 kPa (44 mbar) est considéré comme étant équivalent à une pression correspondante à une altitude de 70 000 pieds (environ 20 km).

9.4.2.2 Essais finaux

Les essais de résistance d'isolement et de tension de tenue doivent être effectués dans les 15 min qui suivent après le retrait de la chambre.

9.4.2.3 Informations à donner dans la spécification correspondante

- méthode climatique si différente de la méthode 1;
- méthodes de préconditionnement si nécessaire;
- vérifications électriques et mécaniques à faire avant le conditionnement;
- sévérité de chaque étape de méthode climatique applicable;
- valeur minimale de la résistance d'isolement à haute température;
- valeur(s) de la (des) tension(s) de tenue à basse pression;
- prescriptions pour les mesures finales;
- prescriptions concernant un temps de reprise allongé si nécessaire;
- toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.4.3 Chaleur humide, essai continu

9.4.3.1 Méthode

Cet essai doit être effectué en accord avec l'essai Ca de la CEI 60068-2-3, en appliquant le degré de sévérité approprié.

Immédiatement après retrait de la chambre, les spécimens doivent être secoués afin d'enlever l'humidité de la surface et, dans les quinze minutes qui suivent, la tension de l'essai de tenue au niveau de la mer doit être appliquée entre le conducteur du centre et le(les) conducteur(s) extérieur(s) du connecteur pendant 5 min. Dans le cas de connecteurs triaxiaux, une tension d'essai appropriée comme indiqué dans la spécification correspondante doit aussi être appliquée entre le conducteur extérieur et le blindage. Il ne doit y avoir ni claquage ni amorçage d'arc.

NOTE – Special attention should be paid to connector specimens intended for the measurement of the reflection factor (see 9.2.1).

The climatic severities for the low and high temperatures, and the duration of the damp heat, steady state, exposure shall correspond to the climatic category of the connector, as prescribed in the relevant specification.

If applicable, the specimens shall be pre-conditioned and then visually examined and electrically and mechanically checked prior to subjecting them to the conditionings and tests, as prescribed in the relevant specification.

9.4.2 Climatic sequence

9.4.2.1 Procedure

The climatic sequence shall be carried out in accordance with Test Z/ABDM using the procedure and severities specified in the relevant specification. Unless otherwise prescribed Procedure 1 shall be used for qualification approval testing.

Unless otherwise prescribed in the relevant specification the low air pressure test (Test M) shall be carried out at a pressure of 4,4 kPa (44 mbar) for a duration of 1 h. During the last 5 min of the conditioning the low air pressure proof voltage prescribed in the relevant specification shall be applied. There shall be no breakdown or flashover.

NOTE – For test purposes 4,4 kPa (44 mbar) is considered to be the approximate equivalent air pressure at altitudes of 70 000 feet (approximately 20 km).

9.4.2.2 Concluding tests

The insulation resistance and voltage proof tests to be carried out within 15 min of removal from the chamber.

9.4.2.3 Information to be given in the relevant specification

- a) climatic procedure if other than procedure 1;
- b) pre-conditioning procedures, if any;
- c) electrical and mechanical checks to be made before conditioning;
- d) severity of each step of the applicable climatic procedure;
- e) minimum value of insulation resistance at high temperature;
- f) low air pressure proof test voltage(s);
- g) requirements for the final measurements;
- h) requirements for extended recover, if any;
- i) any deviations from the standard test procedure.

9.4.3 Damp heat, steady state

9.4.3.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with Test Ca of IEC 60068-2-3, using the appropriate degree of severity.

Immediately after removal of the specimens from the chamber they shall be shaken to remove surface moisture and within 15 min the sea-level environmental test voltage as specified in the relevant specification shall be applied between the centre and outer conductor(s) of the connectors for 5 min. In the case of tri-axial connectors, an appropriate test voltage as specified in the relevant specification shall be applied between the outer conductor and screen. There shall be no breakdown or flashover.

Les spécimens doivent ensuite être exposés aux conditions atmosphériques normales de reprise pendant 1 h 30 à 2 h.

9.4.3.2 Mesures et essais finaux

A la fin de la période de reprise, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

Connecteurs accouplés

- a) Résistance de contact
- b) Tension de tenue
- c) Examen visuel

Connecteurs non accouplés

- a) Résistance d'isolement
- b) Tension de tenue
- c) Résistance de contact sur les contacts individuels élastiques
- d) Examen visuel

NOTE 1 – La mesure de la résistance d'isolement et l'essai de tension de tenue devront être effectués dans les 30 min de la période de reprise.

NOTE 2 – Les connecteurs accouplés ne devront pas être dérangés avant d'avoir effectué la mesure de la résistance de contact.

9.4.3.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) tension pour l'essai immédiatement après le conditionnement;
- b) prescriptions pour les mesures finales;
- c) toute dérogation à la méthode normale.

9.4.4 Variation rapide de température

9.4.4.1 Méthode

Cet essai doit être effectué selon les modalités de l'essai Na de la CEI 60068-2-14.

La basse et la haute température doit être celle de la catégorie climatique des spécimens (basse et haute température).

Sauf prescriptions contraires dans la spécification correspondante, le nombre de cycles doit être égal à cinq, le temps de transfert de 2 min à 3 min et la durée d'exposition à chaque température de 30 min. Un temps d'exposition plus long peut être prescrit dans la spécification correspondante s'il faut s'assurer que l'équilibre thermique est atteint.

A la fin du dernier cycle, les spécimens doivent être soumis aux conditions atmosphériques normales de reprise pendant 1 h 30 à 2 h.

9.4.4.2 Mesures et essais finaux

A la fin de la période de reprise, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

Connecteurs accouplés

- a) Résistance de contact
- b) Tension de tenue
- c) Examen visuel

Connecteurs non accouplés

- a) Résistance d'isolement
- b) Tension de tenue
- c) Résistance de contact sur les contacts individuels élastiques
- d) Étanchéité
- e) Examen visuel

NOTE 1 – La mesure de la résistance d'isolement et l'essai de tension de tenue devront être effectués dans les 30 min de la période de reprise.

NOTE 2 – Les connecteurs accouplés ne devront pas être dérangés avant d'avoir effectué la mesure de la résistance de contact.

The specimens shall then be exposed to the standard atmospheric recovery conditions for 1 h 30 to 2 h.

9.4.3.2 Final tests and measurements

At the conclusion of the recovery period the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

Mated connectors

- a) Contact resistance
- b) Voltage proof
- c) Visual inspection

Unmated connectors

- a) Insulation resistance
- b) Voltage proof
- c) Contact resistance on resilient contacts individually
- d) Visual inspection

NOTE 1 – The insulation resistance measurement and the voltage proof test should be carried out within 30 min of the recovery period.

NOTE 2 – The mated connectors should not be disturbed prior to the contact resistance measurement.

9.4.3.3 Information to be given in the relevant specification

- a) voltage for the test immediately after conditioning;
- b) requirements for the final measurements;
- c) any deviation from the standard procedure.

9.4.4 Rapid change of temperature

9.4.4.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with Test Na of IEC 60068-2-14.

The low conditioning temperature shall be the low category temperature, and the high temperature the high category temperature of the specimens.

Unless otherwise prescribed in the relevant specification the number of cycles shall be five, the transition time 2 min to 3 min and the duration of exposure at each of the two temperatures 30 min. A longer period of exposure may be prescribed by the relevant specification if required to ensure thermal equilibrium is achieved.

At the end of the last cycle, the specimens shall be subjected to standard atmospheric conditions for recovery for 1 h 30 to 2 h.

9.4.4.2 Final tests and measurements

At the conclusion of the recovery period, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

Mated connectors

- a) Contact resistance
- b) Voltage proof
- c) Visual inspection

Unmated connectors

- a) Insulation resistance
- b) Voltage proof
- c) Contact resistance on resilient contacts individually
- d) Sealing
- e) Visual inspection

NOTE 1 – The insulation resistance measurement and the voltage proof test should be carried out within 30 min of the recovery period.

NOTE 2 – The mated connectors should not be disturbed prior to the contact resistance measurement.

9.4.4.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) prescriptions pour les mesures et essais finaux;
- b) toute dérogation à la méthode normale.

9.4.5 Etanchéité

9.4.5.1 Connecteurs étanches non hermétiques

9.4.5.1.1 Généralités

Les connecteurs étanches non hermétiques sont des connecteurs avec un dispositif d'étanchéité quelconque dont le taux de fuite est tel qu'il puisse être détecté par l'une des méthodes d'essai Qa ou Qc de la CEI 60068-2-17.

Les connecteurs sont considérés comme ayant une étanchéité du type B (joints travaillant dans les deux directions), mais un essai dans une seule direction, comme pour les étanchéités du type A, est considéré satisfaisant.

9.4.5.1.2 Méthode

L'essai doit être effectué en accord avec l'essai Qa de la CEI 60068-2-17.

Les connecteurs à étanchéité de panneau ainsi que les connecteurs à la fois à étanchéité de panneau et à étanchéité proprement dite (axiale) doivent être montés sur une plaque rigide faisant partie d'un support d'essai (une boîte fermée) permettant l'application de la pression d'air requise.

Les connecteurs libres équipés à la fois de joints d'étanchéité et de joints d'interface doivent être essayés en les accouplant à un connecteur complémentaire approprié fixe monté de façon permanente avec un joint d'étanchéité de panneau sur le support d'essai mais permettant à l'air de passer dans l'espace libre à l'intérieur des connecteurs accouplés.

Les connecteurs libres équipés seulement de joints d'étanchéité mais non de joints d'interface doivent être montés de façon étanche sur le support d'essai. Cela peut être obtenu en utilisant une bride d'une taille convenable serrée de façon à maintenir le corps.

9.4.5.1.3 Prescriptions

A la pression différentielle normale de 100 kPa à 110 kPa (1 bar à 1,1 bar), le taux de fuite ne doit pas excéder la limite donnée dans la spécification correspondante et en aucun cas dépasser 1 bar cm³/h.

9.4.5.1.4 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) prescriptions concernant la pression;
- b) prescriptions concernant le taux de fuite;
- c) toute dérogation à la méthode normale.

9.4.5.2 Connecteurs étanches hermétiques

9.4.5.2.1 Méthode

L'essai doit être effectué en accord avec l'essai Qk de la CEI 60068-2-17, qui utilise la méthode du gaz traceur, précisée dans la modification n° 3.

La dernière phase de la note, au 6.2 de la modification n° 3, ne doit pas être considérée. Cependant, pour s'assurer qu'une dérive non détectée par la sensibilité du dispositif ne s'est pas produite durant l'essai, la calibration du système devra être réeffectuée, en utilisant la fuite de référence à la fin de l'opération.

9.4.4.3 Information to be given in the relevant specification

- a) requirements for the final tests and measurements;
- b) any deviation from the standard test procedure.

9.4.5 Sealing

9.4.5.1 Non-hermetic sealed connectors

9.4.5.1.1 General

Non-hermetic sealed connectors are connectors with seals of any kind whose leakage may have a magnitude detectable by one of the test methods Qa or Qc of IEC 60068-2-17.

The connectors are regarded as having type B seals (seals working in both directions), but a test in one direction only, as for type A seals, is considered satisfactory.

9.4.5.1.2 Procedure

The test shall be carried out in accordance with Test Qa of IEC 60068-2-17.

Panel sealed, as well as panel and barrier sealed connectors (thus fixed connectors) shall be mounted on a rigid plate forming part of a test jig (a closed box) permitting the application of the required air pressure.

Free connectors fitted both with barrier and mating face seals shall be tested by mating them with an appropriate complementary fixed connector permanently mounted with a panel seal to the test jig but allowing the passage of air to the free space inside the mated connectors.

Free connectors fitted only with barrier seal, but no mating face seal, shall be appropriately sealed to the test jig. This may be achieved by means of a constricting compression gland of a suitable size to grip the body shell.

9.4.5.1.3 Requirements

At the standard pressure difference of 100 kPa to 110 kPa (1 bar to 1,1 bar), the leakage rate shall not exceed the limit given by the relevant specification; in no case, however, shall it exceed 1 bar cm³/h.

9.4.5.1.4 Information to be given in the relevant specification

- a) requirements for pressure;
- b) requirements for leakage rates;
- c) any deviation from the standard test procedure.

9.4.5.2 Hermetically sealed connectors

9.4.5.2.1 Procedure

The test shall be carried out in accordance with Test Qk of IEC 60068-2-17, using the tracer gas procedure covered by amendment 3.

The last sentence of note 2 in 6.2 of amendment 3 shall be disregarded. However, to ensure that an undetected shift in the sensitivity of the set-up has not occurred during the test period, the calibration of the system shall be re-checked using the reference leak at the conclusion of testing.

Au cas où un changement significatif de la calibration se produirait durant l'essai, il sera nécessaire de réessayer le(s) connecteur(s) impliqué(s), dès que la stabilité de la calibration aura été rétablie.

Pour des mesures quantitatives, le montage d'essai doit être étalonné en utilisant un calibre de fuite mis à la place du connecteur à essayer.

Les fuites sur le spécimen d'essai peuvent être localisées par un balayage avec un jet d'hélium à basse pression, la pochette souple ou le capuchon étant évidemment enlevé.

9.4.5.2.2 Prescriptions

Le taux de fuite dans les conditions normales mentionnées ci-dessus ne doit pas excéder 10^{-3} Pa cm³/s (10^{-8} bar cm³/s), sauf indication contraire dans la spécification.

9.4.5.2.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) paramètre d'essai, si différent des paramètres normaux;
- b) limite du taux de fuite, si différente de la valeur mentionnée ci-dessus;
- c) toute dérogation à la méthode normale.

9.4.6 Brouillard salin

Pour chacun des essais de brouillard salin, les connecteurs seront câblés avec le câble approprié dont les extrémités libres seront traitées, pour éviter la pénétration de moisissures. Sauf indication contraire précisée dans la spécification correspondante, la moitié des échantillons sera accouplée, l'autre moitié désaccouplée.

9.4.6.1 Brouillard salin (corrosion)

Cet essai doit être effectué en accord avec l'essai Ka de la CEI 60068-2-11. Sauf indication contraire, la durée de vaporisation sera de 48 h.

A la fin de la période de reprise (selon la méthode indiquée), les connecteurs devront tenir les exigences suivantes, sauf prescription contraire de la spécification particulière:

- a) examen visuel;
- b) l'accouplement et le désaccouplement devront pouvoir être effectués à la main, ou d'une manière habituelle.

9.4.6.2 Brouillard salin, essai cyclique (environnement marin)

Cet essai doit être effectué en accord avec l'essai Kb de la CEI 60068-2-52, à la sévérité indiquée dans la spécification correspondante qui doit aussi préciser l'utilisation de la solution d'eau de mer simulée, donnée en annexe A de cette spécification. Les connecteurs non accouplés seront équipés de bouchons de protection.

A la fin de l'épreuve, 15 min au plus après leur retrait de la chambre, les connecteurs seront à la tension d'essai requise par l'environnement entre les conducteurs centraux et extérieurs pendant 5 min. Il ne devra se produire ni court-circuit ni contournement. Les connecteurs seront ensuite lavés comme indiqué dans la spécification. A la fin de la période de reprise, les mesures seront effectuées sur les jeux de connecteurs accouplés, comme indiqué ci-dessous:

In the event of a significant change occurring in the calibration during a test period, it will be necessary to retest the connector(s) involved once the stability of calibration has been re-established.

For quantitative measurements, the test set-up shall be calibrated, using a calibrated leak in place of the connector to be tested.

Leaks at the test specimen may be localized by sweeping it with a fine jet of helium at low pressure, the flexible pocket or the cap, of course, being omitted.

9.4.5.2.2 Requirements

The leakage rate under standard conditions as mentioned above shall not exceed 10^{-3} Pa cm³/s (10^{-8} bar cm³/s), unless otherwise prescribed by the relevant specification.

9.4.5.2.3 Information to be given in the relevant specification

- a) test parameter, if different from the standard value(s);
- b) limit of leakage rate, if different from the value mentioned above;
- c) any deviation from the standard procedure.

9.4.6 Salt mist

For either of the salt mist tests, the cable connectors shall have the appropriate cable attached, with the free ends treated to prevent ingress of moisture. Unless otherwise prescribed by the relevant specification, half of the specimens shall be mated and half unmated.

9.4.6.1 Salt mist (corrosion)

This test shall be carried out in accordance with Test Ka of IEC 60068-2-11. Unless otherwise prescribed, the duration of spraying shall be 48 h.

At the conclusion of the recovery procedure and period, the connectors shall meet the requirements as follows, unless otherwise prescribed by the relevant specification:

- a) visual inspection;
- b) engagement and separation shall be achievable by hand, or in the normal manner.

9.4.6.2 Salt mist, cyclic (marine environment)

This test shall be carried out in accordance with Test Kb of IEC 60068-2-52, at the severity prescribed by the relevant specification which may also prescribe the use of the simulated sea-water solution given in annex A of this specification. The unmated connectors shall be fitted with protective covers.

Within 15 min after removal from the chamber at the conclusion of the conditioning, the relevant environmental test voltage shall be applied to the connectors between the centre and outer conductors for 5 min. There shall be no breakdown or flashover. The connectors shall then be washed as indicated in the specification. At the conclusion of the recovery period, measurements shall be made on the mated sets of connectors as below:

Connecteurs accouplés

- a) continuité des conducteurs internes et externes
- b) résistance d'isolement
- c) tension de tenue
- d) examen visuel
- e) désaccouplement et accouplement possibles d'une manière normale

Connecteurs équipés de bouchons de protection

- a) résistance d'isolement
- b) tension de tenue
- c) examen visuel
- d) désaccouplement et accouplement possibles d'une manière normale

9.4.7 Poussières

A l'étude

9.4.8 Essai à l'anhydride sulfureux**9.4.8.1 Méthode**

Cet essai doit être effectué en accord avec l'essai Kc de la CEI 60068-2-42. Sauf indication contraire, on doit utiliser la méthode d'injection directe pour obtenir les conditions d'atmosphère, comme indiqué dans l'annexe A de la publication.

NOTE – Cet essai peut être précédé de l'essai d'endurance mécanique.

La durée de l'exposition prescrite dans la spécification correspondante doit être, de préférence, choisie parmi les valeurs préférentielles suivantes: 4, 10 ou 21 jours.

Les spécimens doivent ensuite être retirés de la chambre et conservés dans les conditions atmosphériques normales de reprise pendant 1 h 30 à 2 h.

9.4.8.2 Mesures et essais finaux

A la fin de la période de reprise, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

Connecteurs accouplés

- a) résistance de contact
- b) examen visuel

Connecteurs non accouplés

- a) résistance de contact immédiatement après le premier accouplement des paires
- b) examen visuel

NOTE – Les connecteurs accouplés ne devront pas être dérangés avant d'avoir effectué la mesure de la résistance de contact.

9.4.8.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) mesures, vérifications et essai d'endurance mécanique à effectuer avant l'essai;
- b) durée de l'exposition;
- c) prescriptions pour les mesures finales;
- d) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.4.9 Eau**9.4.9.1 Méthode**

Cet essai doit être effectué en accord avec l'essai R de la CEI 60068-2-18. Les connecteurs seront câblés avec le câble approprié et les extrémités libres seront traitées, pour éviter la pénétration de moisissures. Les parties arrières des connecteurs étanches doivent être protégées.

Mated connectors

- a) inner and outer conductor continuity
- b) insulation resistance
- c) voltage proof
- d) visual inspection
- e) separation and engagement achievable in the normal manner

Connectors with protective caps

- a) insulation resistance
- b) voltage proof
- c) visual inspection
- d) separation and engagement achievable in the normal manner

9.4.7 Dust

Under consideration

9.4.8 Sulphur dioxide test

9.4.8.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with Test Kc of IEC 60068-2-42. Unless otherwise specified, the direct injection method of generating the conditioning atmosphere as given in annex A of the publication shall be used.

NOTE – This test may be preceded by the mechanical endurance test.

The duration of exposure to be prescribed by the relevant specification shall, preferably, be selected from amongst the following preferred values: 4, 10 or 21 days.

The specimens shall then be removed from the chamber and stored under standard atmospheric recovery conditions for 1 h 30 to 2 h.

9.4.8.2 Final tests and measurements

At the conclusion of the recovery period, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

Mated connectors

- a) contact resistance
- b) visual inspection

Unmated connectors

- a) contact resistance, immediately after first engagement of pairs
- b) visual inspection

NOTE – The mated connectors should not be disturbed prior to contact resistance measurement.

9.4.8.3 Information to be given in the relevant specification

- a) measurements, checks and mechanical endurance test to be made prior to the test;
- b) duration of exposure;
- c) requirements for the final measurements;
- d) any deviation from the standard test procedure.

9.4.9 Water

9.4.9.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with Test R of IEC 60068-2-18. The cable connectors shall have the appropriate cable attached, with free ends treated to prevent ingress of moisture. Rear portions of sealed connectors shall be protected.

Sauf indication contraire, précisée dans la spécification correspondante, la moitié des échantillons sera accouplée, l'autre moitié sera protégée par des bouchons.

L'épreuve sera exécutée dans le groupe d'essais, selon la méthode et la sévérité prescrites dans la spécification en vigueur.

Immédiatement après leur retrait de la chambre, les connecteurs seront soumis pendant 5 min à la tension d'essai requise par la spécification en vigueur. Il ne devra se produire ni court-circuit ni contournement.

Les échantillons seront ensuite exposés, pendant 1 à 2 heures, aux conditions de reprise de l'atmosphère standard.

9.4.9.2 Essais et mesures finales

A la fin de la période de reprise, les connecteurs devront tenir les exigences de la spécification en vigueur, pour les points suivants, si rien d'autre n'est demandé:

Connecteurs accouplés

- a) continuité des conducteurs internes et externes
- b) résistance d'isolement
- c) tension de tenue
- d) examen visuel

Connecteurs équipés de bouchons de protection

- a) résistance d'isolement
- b) tension de tenue
- c) examen visuel
- d) désaccouplement et accouplement possibles d'une manière normale

- e) désaccouplement et accouplement possibles d'une manière normale

9.4.9.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) groupe dans lequel l'essai est applicable, méthode et sévérité de l'épreuve;
- b) préconditionnement et mesures initiales;
- c) montage des échantillons;
- d) orientation(s) des échantillons pendant l'épreuve (si applicable);
- e) tension à appliquer à la fin de l'épreuve.

9.5 Endurance mécanique

9.5.1 Méthode

Les connecteurs doivent être soumis à l'essai d'endurance mécanique en accord avec la spécification correspondante. Si prescrit, l'essai d'endurance peut être divisé en deux parties, séparées par d'autres essais.

L'essai d'endurance consiste à effectuer des accouplements et des désaccouplements répétés de paires de connecteurs. Un cycle consiste en un accouplement total, y compris le fonctionnement du mécanisme de verrouillage, s'il existe, la bague étant serrée avec le couple normal, suivi d'un désaccouplement.

Si la spécification correspondante le permet, les systèmes de verrouillage peuvent être essayés séparément de la procédure d'accouplement et de désaccouplement; dans ce cas, il y aura deux séries d'essais.

Le nombre de cycles doit être égal à 500, sauf indication contraire. La spécification correspondante doit fixer la fréquence des cycles en considérant que la vitesse de glissement pendant l'accouplement et le désaccouplement des connecteurs doit en principe être au maximum égale à 0,1 m/s.

Unless otherwise prescribed by the relevant specification, half of the specimens shall be mated and half shall have protective caps fitted.

The conditioning shall be carried out in accordance with the test group and method, and at the severity prescribed in the relevant specification.

Immediately after removal of the specimens from the conditioning chamber, a voltage as prescribed by the relevant specification shall be applied to the connectors for 5 min. There shall be no breakdown or flashover.

The specimens shall then be exposed to the standard atmospheric recovery conditions for 1 h to 2 h.

9.4.9.2 Final tests and measurements

At the conclusion of the recovery period, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

Mated connectors

- a) inner and outer conductor continuity
- b) insulation resistance
- c) voltage proof
- d) visual inspection
- e) separation and engagement achievable in the normal manner

Connectors with protective caps

- a) insulation resistance
- b) voltage proof
- c) visual inspection
- d) separation and engagement achievable in the normal manner

9.4.9.3 Information to be given in the relevant specification

- a) applicable test group, method and severity of the conditioning;
- b) any pre-conditioning or initial measurements;
- c) mounting of specimens;
- d) specimen position or positions during conditioning (as applicable);
- e) voltage to be applied at conclusion of conditioning.

9.5 Mechanical endurance

9.5.1 Procedure

Connectors shall be subjected to a mechanical endurance test in accordance with the relevant specification. If required, the endurance test may be divided into two parts, separated by other tests.

The endurance test consists of repeated engagement and disengagement of connector pairs. One operation consists of full engagement, including the operation of the coupling mechanism, if any, with screw coupled connectors being tightened to the normal coupling torque, and subsequent disengagement.

When permitted by the relevant specification the locking devices, where fitted, may be tested separately from the insertion and withdrawal action; thus there will be two series of tests.

The number of operations shall be 500, unless otherwise specified. The relevant specification shall give the frequency of the operation, duly taking into account that the sliding speed during the engagement and disengagement of the connectors should be 0,1 m/s.

9.5.2 Mesures et essais finaux

A la fin de l'essai d'endurance, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

- a) résistance de contact en utilisant les mêmes paires soumises à l'essai d'endurance;
- b) tension de tenue;
- c) forces et couples d'accouplement et de désaccouplement;
- d) force de rétention du calibre;
- e) étanchéité.

9.5.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) fréquence des cycles, vitesse maximale de glissement 0,1 m/s;
- b) nombre de cycles, si différent de 500;
- c) prescriptions pour les mesures finales;
- d) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.6 Endurance à haute température

9.6.1 Méthode

Cet essai doit être effectué sur des paires de connecteurs accouplés.

La chambre utilisée pour cet essai doit être capable de maintenir, en chaque endroit où les spécimens sont placés, la température prescrite pour l'endurance avec une tolérance de ± 5 °C. Les spécimens ne doivent pas être exposés au rayonnement direct des éléments chauffants de la chambre.

Sauf indication contraire, les spécimens doivent être introduits dans la chambre lorsque la température de l'air de la chambre est égale à 70 % de la température spécifiée pour l'endurance. Lorsque la stabilisation de la température du spécimen est atteinte, la température de la chambre est augmentée jusqu'à la température d'endurance. Pendant la durée de l'essai d'endurance, aucun courant ne doit traverser les contacts sauf prescription dans la spécification correspondante.

La sévérité d'endurance à prescrire dans la spécification correspondante doit être, de préférence, choisie parmi les valeurs préférentielles suivantes:

- température d'endurance: 85 °C
 125 °C
 155 °C
- durée: 50 h
 250 h
 1 000 h

Après l'essai d'endurance, les spécimens doivent être exposés aux conditions atmosphériques normales de reprise pendant 1 h 30 à 2 h.

9.5.2 Final tests and measurements

At the conclusion of the endurance conditioning, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

- a) contact resistance, using the same pairs as subjected to the endurance test;
- b) voltage proof;
- c) engagement and separation forces and torques;
- d) gauge retention force;
- e) sealing.

9.5.3 Information to be given in the relevant specification

- a) frequency of the operations, maximum sliding speed 0,1 m/s;
- b) number of operations, if other than 500;
- c) requirements for the final measurements;
- d) any deviation from the standard test procedure.

9.6 High temperature endurance

9.6.1 Procedure

This test shall be carried out on mated pairs of connectors.

The chamber used for this test shall be capable of maintaining in any region where the specimens are placed the specified endurance temperature with a tolerance of ± 5 °C. The specimens shall not be exposed to direct radiation from the heating elements of the chamber.

Unless otherwise specified, the specimens shall be introduced into the chamber while its air temperature is at 70 % of the specified endurance temperature. Once thermal equilibrium has been achieved the temperature of the chamber shall be increased to the endurance temperature. Throughout the duration of endurance no current shall be passed through the contacts unless otherwise required by the relevant specification.

The endurance severity to be prescribed by the relevant specification shall, preferably, be selected from the following preferred values:

- | | |
|--------------------------|---------|
| – endurance temperature: | 85 °C |
| | 125 °C |
| | 155 °C |
| – duration: | 50 h |
| | 250 h |
| | 1 000 h |

Following the endurance conditioning, the specimens shall be exposed to the standard atmospheric recovery conditions for 1 h 30 to 2 h.

9.6.2 Mesures finales

A la fin de la période de reprise, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

- a) résistance de contact;
- b) résistance d'isolement;
- c) tension de tenue;
- d) étanchéité.

NOTE – Les connecteurs accouplés ne devront pas être dérangés avant d'avoir effectué la mesure de la résistance de contact.

9.6.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) température et durée de l'essai d'endurance;
- b) prescriptions pour les mesures finales;
- c) toute dérogation à la méthode normale d'essai.

9.7 Résistance aux solvants et aux fluides polluants

9.7.1 Méthode

Une paire séparée de connecteurs non accouplés doit être utilisée pour chacun des fluides d'essai pour lesquels le connecteur est déclaré résistant. Les fluides d'essai doivent être prescrits dans la spécification correspondante et de préférence choisis parmi les listes 1 et 2 ci-après. Sauf indication contraire dans la spécification correspondante la période d'immersion doit être égale à 18 h à la température d'essai indiquée.

Des fluides qui peuvent avoir des effets nuisibles sur les connecteurs HF sont donnés dans les deux listes suivantes ainsi que les températures auxquelles il convient d'effectuer l'essai.

Liste 1

Carburants, lubrifiants, fluides hydrauliques et agents antigivre:

Description chimique	Température d'essai
a) Mélange de toluène (aromatique) 30 % et d'isooctane (aliphatique) 70 % (volume)	40 °C ± 2 °C
b) Carburant de turbine d'aviation à haut indice	70 °C ± 2 °C
Fluides a) et b) représentant les combinaisons les plus mauvaises possibles de solvants que l'on rencontre en utilisant des connecteurs	
c) Sébacate dioctyle (huile de graissage des turbines d'avion)	150 °C ± 2 °C
d) Huile minérale, viscosité approximative 15 cSt à 38 °C	70 °C ± 2 °C
e) Huile de ricin 20 %, 2-éthoxyéthanol 80 % (volume) (cela représente un fluide hydraulique normal)	20 °C ± 2 °C
f) Fluide hydraulique ester phosphate (fluide hydraulique synthétique)	70 °C ± 2 °C
g) Fluide diméthyle de silicone (fluide hydraulique haute température)	150 °C ± 2 °C
h) Savon de lithium/graisse à base d'huile synthétique (graisse basse température)	20 °C ± 2 °C
i) Glycol monopropylène (fluide dégivrant)	20 °C ± 2 °C

9.6.2 Final measurements

At the conclusion of the recovery period, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

- a) contact resistance;
- b) insulation resistance;
- c) voltage proof;
- d) sealing.

NOTE – The mated connectors should not be disturbed prior to the contact resistance measurement.

9.6.3 Information to be given in the relevant specification

- a) temperature and duration for the endurance conditioning;
- b) requirements for final measurements;
- c) any deviation from the standard test procedure.

9.7 Resistance to solvents and contaminating fluids

9.7.1 Procedure

A separate pair of mated connectors is to be used for each of the test fluids to which resistance is to be declared. The test fluids shall be prescribed in the relevant specification and shall be preferably selected from lists 1 and 2 below. Unless otherwise prescribed by the relevant specification the period of immersion shall be 18 h at the test temperature indicated.

Fluids with possible detrimental effect on r.f. connectors are given in the following two lists, together with the temperature at which the conditioning should be carried out.

List 1

Fuels, lubricants, hydraulic fluids and anti-freeze agents:

<i>Chemical description</i>	<i>Test temperature</i>
a) A mixture of toluene (aromatic) 30 % and isooctane (aliphatic) 70 % (volume)	40 °C ± 2 °C
b) Wide cut aviation turbine fuel	70 °C ± 2 °C
Fluids a) and b) are representative of the worst possible combination of solvents likely to be encountered in connector applications.	
c) Di-octyl sebacate (aircraft turbine engine lubrication oil)	150 °C ± 2 °C
d) Mineral oil, viscosity approximately 15 cSt at 38 °C	70 °C ± 2 °C
e) Castor oil 20 %, 2-ethoxyethanol 80 % (volume) (this represents a normal hydraulic fluid)	20 °C ± 2 °C
f) Phosphate ester hydraulic fluid (synthetic hydraulic fluid)	70 °C ± 2 °C
g) Dimethyl silicone fluid (high temperature hydraulic fluid)	150 °C ± 2 °C
h) Lithium soap/synthetic oil grease (low temperature grease)	20 °C ± 2 °C
i) Monopropylene glycol (de-icing fluid)	20 °C ± 2 °C

Liste 2

Agents de nettoyage et hydrofuges:

<i>Description chimique</i>	<i>Température d'essai</i>
a) Tétrachlorure de carbone	15 °C à 35 °C
b) Trichloroéthylène, type C	15 °C à 35 °C
c) White spirit	15 °C à 35 °C
d) Vaseline	15 °C à 35 °C

Avertissement – Plusieurs fluides cités sont très inflammables et peuvent également être toxiques.

A la fin de l'essai, on doit essuyer et retirer le fluide des spécimens et les laisser sécher pendant 2 h à 70 °C à moins qu'une valeur inférieure ne soit indiquée dans la spécification correspondante: puis les spécimens sont exposés pendant 1 h 30 à 2 h aux conditions atmosphériques normales de reprise.

NOTE – Les matériaux généralement utilisés pour les connecteurs HF ne sont pas susceptibles d'être attaqués chimiquement par certains solvants et fluides polluants. Cependant, la contamination des surfaces du diélectrique peut conduire à de sérieuses dégradations des propriétés électriques. Il peut exister des preuves après essais qui montrent sans aucun doute que des solvants et fluides polluants particuliers ne causeront aucun dommage aux connecteurs quant aux prescriptions électriques et physiques définies dans la spécification correspondante. Dans ce cas, un accord peut être trouvé entre fabricant et utilisateur pour ne faire aucun essai.

9.7.2 Mesures finales

A la fin de la période de reprise, les connecteurs doivent satisfaire aux prescriptions de la spécification correspondante pour les caractéristiques suivantes, sauf indication contraire:

- a) résistance d'isolement;
- b) accouplement et désaccouplement;
- c) examen visuel.

9.7.3 Renseignements que doit fournir la spécification correspondante

- a) fluides applicables;
- b) température de séchage, si différente de 70 °C;
- c) prescriptions pour les mesures finales;
- d) toute dérogation à la méthode d'essai normale.

10 Assurance de la qualité

10.1 Généralités

Cette norme fournit les détails des procédures générales des essais d'homologation et de contrôle de conformité de la qualité dans le cadre du système IECQ. Cette section introduit des informations concernant les documents de référence et les procédures, les méthodes d'essai normalisées, un programme de base pour les essais relatifs au contrôle de conformité de la qualité et l'homologation et la préparation des spécifications particulières.

10.2 Procédures d'assurance de la qualité

10.2.1 Stade initial de fabrication

Premier processus, après la fabrication des pièces détachées et des sous-ensembles.

List 2

Cleaning agents and moisture repellents:

<i>Chemical description</i>	<i>Test temperature</i>
a) Carbon tetrachloride	15 °C to 35 °C
b) Trichloroethylene, type C	15 °C to 35 °C
c) White spirit	15 °C to 35 °C
d) Petroleum jelly	15 °C to 35 °C

Warning note – Many of the fluids listed are highly inflammable and may also have toxic effects.

After completion of the conditioning, the specimens shall be wiped clean of surplus fluid and then allowed to dry for 2 h at 70 °C, unless a lower value is prescribed by the relevant specification, whereupon they are exposed to standard atmospheric recovery conditions for 1 h 30 to 2 h.

NOTE – Materials commonly used in r.f. connectors are not susceptible to chemical attack by a number of solvents and contaminants. However, contamination of the dielectric surfaces may lead to serious degradation of the electrical properties. Previous test evidence may exist which establishes beyond all reasonable doubt that specific solvents and contaminants will not cause failure of connectors to meet the electrical and physical requirements of the relevant specification. In this situation, agreement may be reached between manufacturer and user that further testing is unnecessary.

9.7.2 Final measurements

At the conclusion of the recovery period, the connectors shall meet the requirements of the relevant specification for the following properties, unless otherwise specified:

- a) insulation resistance;
- b) engagement and separation;
- c) visual inspection.

9.7.3 Information to be given in the relevant specification

- a) applicable conditioning fluids;
- b) drying temperature, if different from 70 °C;
- c) requirements for final measurements;
- d) any deviation from the standard test procedure.

10 Quality assessment

10.1 General

This standard provides details of the general procedures for qualification approval testing and quality conformance inspection within the IECQ system. This section includes information on related documents and procedures, standardized test methods, a basic schedule for tests relating to quality conformance inspection and qualification approval, and the preparation of detail specifications.

10.2 Quality assessment procedures

10.2.1 Primary stage of manufacture

First process subsequent to the manufacture of finished piece-parts and subassemblies.