

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60966-1

QC 140000

Deuxième édition
Second edition
1999-04

**Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons
pour fréquences radioélectriques –**

**Partie 1:
Spécification générique –
Généralités et méthodes d'essai**

Radio frequency and coaxial cable assemblies –

**Part 1:
Generic specification –
General requirements and test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60966-1:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60966-1

QC 140000

Deuxième édition
Second edition
1999-04

**Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons
pour fréquences radioélectriques –**

**Partie 1:
Spécification générique –
Généralités et méthodes d'essai**

Radio frequency and coaxial cable assemblies –

**Part 1:
Generic specification –
General requirements and test methods**

© IEC 1999 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 photo-copie 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

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions.....	14
4 Prescriptions concernant la conception et la fabrication	18
4.1 Conception et construction du câble	18
4.2 Conception et construction du connecteur	18
4.3 Dimensions extérieures et dimensions de l'interface	18
5 Fabrication, marquage et emballage	18
5.1 Fabrication.....	18
5.2 Marquage.....	20
5.3 Protections d'extrémités	20
5.4 Emballage et étiquetage.....	20
6 Assurance de la qualité	20
7 Méthodes d'essais – Généralités	20
7.1 Conditions atmosphériques normales d'essai	20
7.2 Examen visuel.....	20
7.3 Inspection des dimensions	20
8 Essais électriques	22
8.1 Propriétés de réflexion	22
8.2 Uniformité d'impédance.....	24
8.3 Pertes d'insertion.....	24
8.4 Stabilité des pertes d'insertion.....	26
8.5 Temps de propagation	26
8.6 Stabilité de la longueur électrique.....	26
8.7 Différence de phase	32
8.8 Variation de la phase avec la température	34
8.9 Efficacité d'écran	34
8.10 Tension de tenue	36
8.11 Résistance d'isolement	36
8.12 Continuité du conducteur intérieur et du conducteur extérieur	38
8.13 Vacant	38
8.14 Puissance nominale	38
8.15 Mesure du niveau d'intermodulation	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 Design and manufacturing requirements	19
4.1 Cable design and construction	19
4.2 Connector design and construction	19
4.3 Outline and interface dimensions	19
5 Workmanship, marking and packaging	19
5.1 Workmanship	19
5.2 Marking	21
5.3 End caps	21
5.4 Packaging and labelling	21
6 Quality assessment	21
7 Test methods – General	21
7.1 Standard atmospheric conditions for testing	21
7.2 Visual inspection	21
7.3 Dimensions inspection	21
8 Electrical tests	23
8.1 Reflection properties	23
8.2 Uniformity of impedance	25
8.3 Insertion loss	25
8.4 Insertion loss stability	27
8.5 Propagation time	27
8.6 Stability of electrical length	27
8.7 Phase difference	33
8.8 Phase variation with temperature	35
8.9 Screening effectiveness	35
8.10 Voltage proof	37
8.11 Insulation resistance	37
8.12 Inner and outer conductor continuity	39
8.13 Void	39
8.14 Power rating	39
8.15 Intermodulation level measurement	41

Articles	Pages
9 Essais de robustesse mécanique.....	40
9.1 Traction	40
9.2 Flexion.....	40
9.3 Endurance de la flexion.....	42
9.4 Ecrasement du câble.....	44
9.5 Couple	46
9.6 Courbure multiple.....	48
9.7 Essai d'abrasion de cordon	50
9.8 Vibrations, chocs et impact	50
9.9 Endurance mécanique.....	50
10 Essais d'environnement	50
10.1 Sévérités recommandées.....	50
10.2 Vibrations, secousses et chocs	50
10.3 Séquence climatique	50
10.4 Chaleur humide, essai continu.....	52
10.5 Variations rapides de température	52
10.6 Solvants et fluides polluants	54
10.7 Immersion dans l'eau	54
10.8 Essais au brouillard salin et à l'anhydride sulfureux	54
10.9 Essais à la poussière	56
10.10 Inflammabilité	60
11 Méthodes d'essai spécialisées	62
12 Séquences des essais.....	62
Annexe A (normative) Méthodes d'essai pour la détermination des pertes d'insertion	64
A.1 But.....	64
A.2 Méthodes d'essai	64
A.2.1 Méthode d'essai 1	64
A.2.2 Méthode d'essai 2	68
A.2.3 Méthode d'essai 3.....	70
A.3 Correction de différences d'impédance caractéristique.....	74
Annexe B (informative) Méthodes de mesure du temps de propagation	76
B.1 Méthode de la résonance pour la mesure du temps de propagation.....	76
B.2 Méthode du domaine temporel pour la mesure du temps de propagation.....	78
Annexe C (informative) Méthode de mesure de l'efficacité d'écran	80
C.1 Introduction	80
C.2 Méthode d'essai	82
Annexe D (informative) Sévérités recommandées pour les essais d'environnement.....	86
D.1 Introduction à la relation entre les conditions d'environnement et les sévérités d'essai	86
D.1.1 Généralités	86
D.1.2 Conditions d'environnement	86
D.1.3 Essais d'environnement	86

Clause	Page
9 Mechanical robustness tests	41
9.1 Tensile	41
9.2 Flexure	41
9.3 Flexing endurance	43
9.4 Cable assembly crushing	45
9.5 Torque	47
9.6 Multiple bending	49
9.7 Abrasion test of cable assembly	51
9.8 Vibrations, shocks and impact	51
9.9 Mechanical endurance	51
10 Environmental tests	51
10.1 Recommended severities	51
10.2 Vibration, bumps and shock	51
10.3 Climatic sequence	51
10.4 Damp heat, steady state	53
10.5 Rapid change of temperature	53
10.6 Solvents and contaminating fluids	55
10.7 Water immersion	55
10.8 Salt mist and sulphur dioxide tests	55
10.9 Dust tests	57
10.10 Flammability	61
11 Specialized test methods	63
12 Test schedules	63
Annex A (normative) Test methods for insertion loss determination	65
A.1 Purpose	65
A.2 Test methods	65
A.2.1 Test method 1	65
A.2.2 Test method 2	69
A.2.3 Test method 3	71
A.3 Correction for characteristic impedance differences	75
Annex B (informative) Measuring methods for propagation time	77
B.1 Resonance method for propagation time measurement	77
B.2 Time domain method for propagation time measurement	79
Annex C (informative) Measurement method for screening effectiveness	81
C.1 Introduction	81
C.2 Test method	83
Annex D (informative) Recommended severities for environmental tests	87
D.1 Introduction to the relationship between environmental conditions and test severities	87
D.1.1 General	87
D.1.2 Environmental conditions	87
D.1.3 Environmental testing	87

Annexes

Pages

D.2	Sévérités applicables aux essais d'environnement	88
D.2.1	Vibrations	88
D.2.2	Secousses	90
D.2.3	Chocs	90
D.2.4	Séquence climatique	92
D.2.5	Essai constant à chaleur humide	92
D.2.6	Variation rapide de température	92
D.2.7	Brouillard salin	92
D.2.8	Essai au dioxyde de sulfure	92
D.2.9	Essai de poussière	92
Annexe E (normative)	Assurance de la qualité	94
E.1	Objet	94
E.2	Généralités	94
E.2.1	Documents associés	94
E.2.2	Normes et valeurs préférentielles	94
E.2.3	Marquage et emballage des cordons	94
E.2.4	Terminologie	96
E.3	Procédures d'assurance de la qualité	96
E.3.1	Procédures pour l'homologation	96
E.3.2	Procédures pour l'agrément de savoir-faire	98
E.3.3	Contrôle de conformité de la qualité	100
E.4	Manuel de savoir-faire et certification	102
E.4.1	Responsabilités	102
E.4.2	Contenu du manuel de savoir-faire	104
E.4.3	Critères pour les limites du savoir-faire	106
Tableaux		
D.1	Rapport entre le déplacement et l'accélération	90
D.2	Rapport entre l'accélération de crête et la variation de vitesse	90
E.1	Exemple de limites du savoir-faire pour les cordons	106
E.2	Exemple de limites du savoir-faire pour les câbles souples	106
E.3	Exemple de limites du savoir-faire pour les connecteurs	106
E.4	Exemple de diagramme	108
Figures		
1	Essai de courbure: ensemble en forme de U	28
2	Essai de courbure: ensemble de forme droite	30
3	Essai de torsion: ensemble en forme de U	32
4	Appareil pour l'essai de flexion du cordon	42
5	Appareil pour l'essai d'endurance à la flexion du cordon	44
6	Appareil pour l'essai d'écrasement du câble	46
7	Essai de courbure multiple	48
8	Dispositif de mesure de la poussière	60

Annexes	Page
D.2 Severities for environmental testing.....	89
D.2.1 Vibration	89
D.2.2 Bump	91
D.2.3 Shock	91
D.2.4 Climatic sequence	93
D.2.5 Damp heat, steady state	93
D.2.6 Rapid change of temperature	93
D.2.7 Salt mist.....	93
D.2.8 Sulphur dioxide test.....	93
D.2.9 Dust test	93
Annex E (normative) Quality assessment	95
E.1 Object.....	95
E.2 General.....	95
E.2.1 Related documents	95
E.2.2 Standards and preferred values.....	95
E.2.3 Marking of the cable assembly and packaging	95
E.2.4 Terminology	97
E.3 Quality assessment procedures.....	97
E.3.1 Procedures for qualification approval	97
E.3.2 Procedures for capability approval	99
E.3.3 Quality conformance inspection	101
E.4 Capability manual and approval	103
E.4.1 Responsibilities	103
E.4.2 Contents of the capability manual	105
E.4.3 Criteria for capability limits	107
Tables	
D.1 Relationship between displacement and acceleration	91
D.2 Relationship between peak acceleration and velocity change	91
E.1 Example of capability limits for cable assemblies	107
E.2 Example of capability limits for flexible cables	107
E.3 Example of capability limits for connectors.....	107
E.4 Example of flow chart	109
Figures	
1 Bending test: U shape assembly.....	29
2 Bending test: straight assembly	31
3 Twisting test: U shape assembly.....	33
4 Fixture for cable assembly flexure test.....	43
5 Apparatus for cable assembly flexing endurance test	45
6 Fixture for cable crushing test.....	47
7 Multiple bending test.....	49
8 Dust measuring device	61

Figures	Pages
A.1 Circuit permettant de déterminer les pertes d'insertion	64
A.2 Circuit permettant de déterminer les pertes d'insertion	68
A.3 Circuit de remplacement permettant de déterminer les pertes d'insertion	68
A.4 Circuit à double flux permettant de déterminer les pertes d'insertion	70
B.1 Disposition de l'équipement d'essai	76
C.1 Montage de l'essai par ligne d'injection pour les cordons coaxiaux	80
C.2 Schéma des fonctions de transfert d'un cordon coaxial	80
C.3 Installation complète pour mesurer pratiquement l'efficacité d'écran	84
D.1 Description de la démarche nécessaire à la préparation de la spécification d'essai d'environnement	88

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60966-1:1999

Figure	Page
A.1 Circuit for the determination of insertion loss	65
A.2 Circuit for the determination of insertion loss	69
A.3 Alternative circuit for the determination of insertion loss	69
A.4 Double-pass circuit for the determination of insertion loss	71
B.1 Arrangement of test equipment	77
C.1 Line injection test circuit for coaxial cable assemblies	81
C.2 Schematic transfer functions of a coaxial cable assembly	81
C.3 Complete installation for practical screening effectiveness measurements	85
D.1 Description of action needed for the preparation of the environmental test specification	89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES DE CORDONS COAXIAUX ET DE CORDONS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Généralités et méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60966-1 a été établie par le sous-comité d'études 46A de la CEI: Câbles coaxiaux, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs et accessoires pour communication et signalisation.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1988, amendement 1 (1990) et amendement 2 (1995), dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46A/343/FDIS	46A/346/RVD

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

Les annexes A et E font partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIO FREQUENCY AND COAXIAL CABLE ASSEMBLIES –

Part 1: Generic specification – General requirements and test 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.

International Standard IEC 60966-1 has been prepared by subcommittee 46A: Coaxial cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors and accessories for communication and signalling.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1988, amendment 1 (1990) and amendment 2 (1995) and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
46A/343/FDIS	46A/346/RVD

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

Annexes A and E form an integral part of this standard.

Annexes B, C and D are for information only.

ENSEMBLES DE CORDONS COAXIAUX ET DE CORDONS POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Généralités et méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit des prescriptions pour les ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques travaillant en mode électromagnétique transversal (TEM). La présente norme fixe des prescriptions générales pour contrôler les propriétés électriques, mécaniques et environnementales des ensembles de cordons coaxiaux pour fréquences radioélectriques composés de câbles et de connecteurs. Des prescriptions supplémentaires relatives à des familles spécifiques d'ensembles de cordons figurent dans les spécifications intermédiaires correspondantes.

NOTE 1 – Il convient que la conception des câbles et des connecteurs utilisés soit de préférence conforme aux différentes parties concernées des CEI 61196 et CEI 61169.

NOTE 2 – Cette spécification ne comprend pas les essais qui sont normalement effectués séparément sur les câbles et les connecteurs. Ces essais sont respectivement décrits dans la CEI 61196-1 et la CEI 61169-1.

NOTE 3 – Dans la mesure du possible, les câbles et connecteurs utilisés dans les ensembles de cordons, même s'ils ne sont pas décrits dans la série CEI 61196 ou la série CEI 61169, sont contrôlés séparément selon les essais indiqués dans la spécification générique appropriée.

NOTE 4 – Lorsqu'un ensemble de cordons est doté d'une protection supplémentaire, les essais mécaniques et d'environnement décrits dans la présente norme sont applicables.

2 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 60966. 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 60966 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 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

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

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

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

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

CEI 60068-2-42:1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*

RADIO FREQUENCY AND COAXIAL CABLE ASSEMBLIES –

Part 1: Generic specification – General requirements and test methods

1 Scope

This International Standard specifies requirements for radio frequency coaxial cable assemblies operating in the transverse electromagnetic mode (TEM) and establishes general requirements for testing the electrical, mechanical and environmental properties of radio frequency coaxial cable assemblies composed of cables and connectors. Additional requirements relating to specific families of cable assemblies are given in the relevant sectional specifications.

NOTE 1 – The design of the cables and connectors used should preferably conform to the applicable parts of IEC 61196 and IEC 61169 respectively.

NOTE 2 – This specification does not include tests which are normally performed on the cables and connectors separately. These tests are described in IEC 61196-1 and IEC 61169-1 respectively.

NOTE 3 – Wherever possible, cables and connectors used in cable assemblies, even if they are not described in the IEC 61196 or IEC 61169 series are tested separately according to the tests given in the relevant generic specification.

NOTE 4 – Where additional protection is applied to a cable assembly, the mechanical and environmental tests described in this standard are applicable.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60966. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60966 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 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

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

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

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

IEC 60068-2-42:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

CEI 60068-2-68:1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai L: Poussière et sable*

CEI 60096-1:1986, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 1: Prescriptions générales et méthodes de mesure*

CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 60339 (toutes les parties), *Lignes de transmission coaxiales rigides et leurs connecteurs à brides associés à usage général*

CEI 60512-5:1992, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques; procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 5: Essais d'impact (composants libres), essais d'impact sous charge statique (composants fixes), essais d'endurance et essais de surcharge*

CEI 61169-1:1992, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 1: Spécification générique – Prescriptions générales et méthodes de mesure*

CEI 61196-1:1995, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 1: Spécification générique – Généralités, définitions, prescriptions et méthodes d'essai*

CEI 61726:1995, *Câbles, cordons, connecteurs et composants hyperfréquence passifs – Mesure de l'atténuation d'écran par la méthode de la chambre réverbérante*

CEI QC 001002:1986, *Règles de procédure du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) (publiée en anglais uniquement)*

ISO 9000, *Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité*

ISO 9001:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées*

ISO 9002:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production, installation et prestations associées*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60966, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

cordon

association de câble(s) et connecteur(s), avec ou sans protection supplémentaire et présentant des performances spécifiées, utilisée comme un ensemble

3.1.1

cordon souple

cordon dont le câble peut supporter des flexions répétées. Le câble comporte généralement un conducteur extérieur tressé

3.1.2

cordon semi-flexible

cordon non destiné à des applications nécessitant des flexions répétées du câble en service, mais supportant des courbures ou déformations afin de faciliter l'installation

IEC 60068-2-68:1994, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60096-1:1986, *Radio frequency cables – Part 1: General requirements and measuring methods*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60339 (all parts), *General purpose rigid coaxial transmission lines and their associated flange connectors*

IEC 60512-5:1992, *Electromechanical components for electronic equipment, basic testing procedures and measuring methods – Part 5: Impact tests (free components), static load tests (fixed components), endurance tests and overload tests*

IEC 61169-1:1992, *Radio-frequency connectors – Part 1: Generic specification – General requirements and measuring methods*

IEC 61196-1:1995, *Radio-frequency cables – Part 1: Generic specification – General definitions, requirements and test methods*

IEC 61726:1995, *Cable assemblies, cables, connectors and passive microwave components – Screening attenuation measurement by the reverberation chamber method*

IEC QC 001002:1986, *Rules of procedure of the IEC quality assessment system for electronic components (IECQ)*

ISO 9000, *Quality management and quality assurance standards*

ISO 9001:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing*

ISO 9002:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60966, the following definitions apply.

3.1

cable assembly

a combination of cable(s) and connector(s) with or without any additional protection and with specified performance, used as a single unit

3.1.1

flexible cable assembly

a cable assembly where the cable is capable of repeated flexure. The cable usually has a braid outer conductor

3.1.2

semi-flexible cable assembly

a cable assembly not intended for applications requiring repeated flexure of the cable in service, but bending or forming is permissible to facilitate installation

3.1.3

cordon semi-rigide

cordon non destiné à subir des courbures ou flexions après sa fabrication. Toute courbure ou flexion durant l'installation ou l'utilisation est susceptible de dégrader les performances du cordon

3.2

pertes d'insertion

pertes produites par l'insertion d'un cordon dans un système.

Dans la présente norme, c'est le rapport, exprimé en décibels, entre la puissance (P_1) délivrée à une charge raccordée directement à une source et la puissance (P_2) délivrée à une charge lorsque le cordon est inséré entre la source et la charge;

$$\text{Pertes d'insertion} = 10 \times \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

3.3

facteur de réflexion

rapport entre la valeur complexe de l'amplitude de l'onde réfléchie et la valeur complexe de l'amplitude de l'onde incidente au bout d'une ligne de transmission ou sur une section transversale de cette ligne

3.4

longueur électrique

longueur équivalente en espace libre d'un cordon

3.5

différence de longueur électrique

différence entre les longueurs électriques de cordons

3.6

différence de phase

différence de phase entre une onde TEM qui a traversé le cordon et la même onde qui a traversé un autre cordon

3.7

temps de propagation

temps nécessaire à la propagation d'une onde TEM entre les plans de référence des deux connecteurs

3.8

rayon de courbure statique minimal

rayon utilisé dans les essais climatiques. C'est le rayon minimal admissible pour les installations fixes du câble

3.9

rayon de courbure dynamique

rayon de courbure utilisé pour les essais de stabilité des pertes d'insertion, les essais de stabilité de la longueur électrique et les essais d'endurance à la flexion; c'est le rayon minimal de courbure pour les applications de flexions des cordons. Des rayons de courbure plus grands permettent d'augmenter le nombre maximum de flexions

3.1.3

semi-rigid cable assembly

a cable assembly not intended to be bent or flexed after manufacture. Any bending or flexing during installation or use may degrade the performance of the cable assembly

3.2

insertion loss

the loss introduced by inserting a cable assembly into a system. In this standard, it is the ratio, expressed in decibels, of the power (P_1) delivered to a load connected directly to a source and the power (P_2) delivered to a load when the cable assembly is inserted between the source and the load

$$\text{Insertion loss} = 10 \times \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

3.3

reflection factor

the ratio of the complex wave amplitude of the reflected wave to the complex wave amplitude of the incident wave at a port or transverse cross-section of a transmission line

3.4

electrical length

the equivalent free-space length of the cable assembly

3.5

electrical length difference

the difference in electrical length between cable assemblies

3.6

phase difference

the difference in phase between a transverse electromagnetic mode (TEM) wave which has traversed the cable assembly and an identical wave which has traversed another cable assembly

3.7

propagation time

the time taken for the propagation of a TEM wave between the reference planes of the two connectors

3.8

minimum static bending radius

the radius used in climatic tests. It is the minimum permissible radius for fixed installation of the cable

3.9

dynamic bending radius

the bending radius is used for the insertion loss stability, stability of electrical length and flexing endurance tests, and is the minimum bending radius for applications where the cable assembly is flexed. Larger bending radii will allow the increase of the maximum number of flexures

3.10 efficacité d'écran

3.10.1

impédance de transfert

rapport entre la tension induite à l'intérieur du cordon et le courant induit à l'extérieur du cordon. En pratique, il est relevé entre des points définis par des connecteurs accouplés aux connecteurs du cordon

3.10.2

efficacité d'écran

rapport entre la puissance du signal à l'intérieur du cordon et la puissance totale qui est rayonnée à l'extérieur du cordon

3.11

puissance nominale

puissance à l'entrée qui peut être acceptée en continu par le cordon chargé sur son impédance caractéristique

NOTE 1 – Dans la pratique, la puissance maximale qui peut être acceptée dépend des pertes de réflexion.

NOTE 2 – La puissance nominale dépend des détails de montage, de la température ambiante, de la pression et de la circulation d'air. Elle est normalement spécifiée à la température ambiante de 40 °C.

3.12

vieillissement artificiel

un vieillissement artificiel peut être utilisé pour améliorer la stabilité de l'affaiblissement par déphasage et la dilatation avec la température. Ce processus consiste normalement à soumettre l'ensemble du cordon à un certain nombre de cycles de température. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, soumettre l'ensemble du cordon à un essai de vieillissement artificiel est facultatif, et est laissé à la discrétion du fournisseur

4 Prescriptions concernant la conception et la fabrication

4.1 Conception et construction du câble

Les câbles conformes à la CEI 61196 doivent être spécifiés chaque fois que possible. Lorsque des câbles dont la conception s'écarte de celle de la CEI 61196 sont requis, ces câbles doivent remplir les prescriptions de la spécification particulière appropriée.

4.2 Conception et construction du connecteur

Les types de connecteurs conformes à une partie de la CEI 61169 doivent être spécifiés chaque fois que possible. Lorsqu'un connecteur de conception spéciale est requis, l'interface doit être conforme à une partie de la CEI 61169 lorsque c'est applicable, et la construction du connecteur doit satisfaire aux prescriptions de la spécification particulière appropriée.

4.3 Dimensions extérieures et dimensions de l'interface

- a) Les dimensions extérieures doivent être conformes à celles qui sont indiquées dans la spécification particulière relative au cordon.
- b) Les dimensions de l'interface doivent être conformes à celles qui sont indiquées dans la spécification particulière correspondante.

5 Fabrication, marquage et emballage

5.1 Fabrication

Le cordon ne doit pas avoir de défaut visible et doit être propre.

3.10 screening effectiveness

3.10.1

transfer impedance

the quotient of the induced voltage on the inside of the cable assembly and the inducing current outside the assembly. In practice, this is between defined points on connectors mated to the connectors of the cable assembly

3.10.2

screening attenuation

the ratio of the signal power inside the cable assembly to the total power that radiates outside the cable assembly

3.11

power rating

the input power which may be handled continuously by the cable assembly when terminated by its characteristic impedance

NOTE 1 – For practical application, the maximum power that may be handled is dependent upon the return loss.

NOTE 2 – Power rating is dependent on mounting details, ambient temperature, air pressure and circulation. It is normally specified at an ambient temperature of 40 °C.

3.12

artificial ageing

a process used to improve the stability of phase attenuation and expansion with temperature. This process normally consists of submitting the complete cable assembly to a number of temperature cycles. Unless otherwise specified in the relevant detail specification, submitting the complete cable assembly to artificial ageing is optional, at the discretion of the supplier

4 Design and manufacturing requirements

4.1 Cable design and construction

Cables in accordance with, or conforming to, IEC 61196 shall be specified wherever possible. Where cable designs deviating from IEC 61196 are required, these cables shall comply with the requirements of the relevant detail specification.

4.2 Connector design and construction

Connector types conforming to the relevant part of IEC 61169 shall be specified wherever possible, but where a special connector design is required, the interface shall conform to the relevant part of IEC 61169, where available, and the connector construction shall comply with the requirements of the relevant detail specification.

4.3 Outline and interface dimensions

- a) Outline dimensions shall be in accordance with the relevant detail specification of the cable assembly.
- b) Interface dimensions shall be in accordance with the relevant detail specification.

5 Workmanship, marking and packaging

5.1 Workmanship

There shall be no observable defects in the cable assembly; it shall be clean and in good condition.

5.2 Marquage

Le marquage doit être lisible et conforme à celui qui est indiqué dans la spécification particulière; il doit permettre d'identifier le fabricant du cordon.

5.3 Protections d'extrémités

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les connecteurs doivent être munis de protections en matériaux convenable pour le transport et le stockage, afin de protéger au moins chaque interface des détériorations et de la poussière.

5.4 Emballage et étiquetage

L'emballage et l'étiquetage doivent être conformes à ceux qui sont indiqués dans la spécification particulière appropriée, sauf prescription contraire.

6 Assurance de la qualité

L'annexe E fournit un guide relatif à l'assurance de la qualité couvrant l'agrément de savoir-faire ainsi que l'homologation.

7 Méthodes d'essais – Généralités

7.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions spécifiées dans la CEI 60068.

Avant d'effectuer les mesures, les cordons doivent être stockés à la température de mesure pendant une durée suffisante afin de permettre au cordon dans son ensemble d'atteindre cette température. Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de celle de la température normale, les résultats doivent être, si nécessaire, ramenés à la température normale.

NOTE – Lorsqu'il est impossible d'effectuer les essais dans les conditions atmosphériques normales, il convient qu'une note à cet effet, décrivant les conditions réelles d'essai, soit ajoutée au rapport d'essai.

7.2 Examen visuel

Le spécimen doit être examiné visuellement afin de s'assurer que:

- a) la fabrication et la finition respectent les règles de l'art;
- b) le marquage est en accord avec 5.2 de la présente spécification;
- c) il n'y a pas de détérioration mécanique ni de mouvement ou déplacement non voulu de pièces;
- d) il n'y a pas de corrosion ni d'écaillage sur les matériaux ou les surfaces.

L'examen peut généralement être effectué en utilisant un grossissement jusqu'à trois.

7.3 Inspection des dimensions

7.3.1 Dimensions de l'interface

Les dimensions de l'interface doivent être soumises à un contrôle de conformité avec la spécification particulière applicable en utilisant le matériel d'essai approprié.

5.2 Marking

Marking shall be legible and in accordance with the relevant detail specification; it shall identify the manufacturer of the cable assembly.

5.3 End caps

Unless otherwise specified in the relevant detail specification, disposable end caps of suitable material for transport and storage shall be fitted to the connectors to protect at least each interface from damage and dirt.

5.4 Packaging and labelling

Packaging and labelling shall be in accordance with the relevant detail specification, unless otherwise specified.

6 Quality assessment

A guide for quality assurance including capability approval as well as qualification approval is given in annex E.

7 Test methods – General

7.1 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in IEC 60068.

Before the measurements are made, the cable assemblies shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire cable assembly to reach this temperature. When measurements are made at a temperature other than the standard temperature, the result shall, where necessary, be corrected to the standard temperature.

NOTE – Where it is impracticable to carry out tests under the standard atmospheric conditions for testing, a note to this effect, stating the actual conditions of tests, should be added to the test report.

7.2 Visual inspection

The specimen shall be visually examined to ensure that:

- a) the condition, workmanship and finish are satisfactory;
- b) the marking is in accordance with 5.2 of this specification;
- c) there is no mechanical damage, undesired movement or displacement of parts;
- d) no pitting or flaking of materials or finishes is apparent.

Examination may generally be carried out using an instrument with up to three times magnification.

7.3 Dimensions inspection

7.3.1 Interface dimensions

The interface dimensions shall be tested for compliance with the relevant detail specification with the appropriate test equipment.

Lorsque des connecteurs conformes à la CEI 61169 sont utilisés, l'examen des dimensions de l'interface peut être limité aux caractéristiques qui sont susceptibles de varier par suite d'un mauvais assemblage, par exemple les dimensions axiales du plan de référence par rapport au diélectrique et au contact intérieur.

Lorsque d'autres connecteurs sont utilisés ou lorsque des prescriptions spéciales existent, les détails doivent être donnés dans la spécification particulière appropriée.

7.3.2 Dimensions extérieures

Toute prescription spéciale pour la mesure des dimensions extérieures d'un cordon doit être donnée dans la spécification particulière appropriée.

8 Essais électriques

8.1 Propriétés de réflexion

8.1.1 Objet

Déterminer la quantité de signal réfléchi vers la source du signal par le cordon en essai dans un système adapté. Le comportement de la réflexion est de préférence exprimé en termes de «pertes par réflexion en dB».

8.1.2 Procédure

Il convient de mesurer les pertes par réflexion d'un cordon avec un analyseur de réseau adapté.

Pour mesurer les caractéristiques de réflexion de cordons, il faut accorder une attention particulière aux éléments suivants:

- vérifier que la vitesse de balayage est suffisamment faible pour que le signal réfléchi reste au centre du filtre-IF du système de réception. Plus le câble est long, plus il faut choisir une vitesse réduite;
- les cordons peuvent comporter des transitoires de pertes par réflexion étroits. Dans le cas de systèmes d'analyse de réseau continus, la vitesse de balayage doit être suffisamment faible et, pour les systèmes d'analyse de réseau numériques, le nombre de points de mesure doit être suffisamment élevé pour résoudre d'éventuels transitoires de pertes par réflexion.

Par exemple, pour les systèmes numériques, il est recommandé que le nombre de points soit égal à:

$$n \geq 3 (f_2 - f_1) L / (120)$$

où

n est le nombre de points d'échantillonnage dans la gamme de fréquences f_1 à f_2 formant la courbe de réponse;

f_1 est la plus basse fréquence de la gamme, en MHz;

f_2 est la plus haute fréquence de la gamme, en MHz;

L est la longueur physique du spécimen d'essai, en m.

Si ces éléments ne sont pas respectés, on peut obtenir une distance trop importante entre les points d'échantillonnage de fréquence, et provoquer ainsi des défauts de mesure importants.

Where connectors conforming to IEC 61169 are used, inspection of interface dimensions may be limited to those features likely to vary as a result of incorrect assembly, for example the axial dimensions from reference plane to dielectric, and to inner contact features.

Where other connectors are used or where special requirements exist, details shall be given in the relevant detail specification.

7.3.2 Outline dimensions

Any special requirements for the measurement of cable assembly outline dimensions shall be given in the relevant detail specification.

8 Electrical tests

8.1 Reflection properties

8.1.1 Object

To determine the amount of signal that is reflected back to the signal source by the cable assembly under test in a matched system. The reflection behaviour is preferably expressed in terms of 'dB return loss'.

8.1.2 Procedure

The return loss of a cable assembly should be measured with a suitable network analyser.

For the measurement of the reflection characteristics of cable assemblies, special care must be given to the following:

- ensure that the sweep speed is slow enough for the reflected signal to remain in the centre of the IF-filter of the receiver system. The longer the cable, the slower the sweep speed that must be chosen;
- cable assemblies might have narrow return loss spikes. For continuous network analyser-systems, the sweep rate shall be low enough and for digital network analyser-systems, the number of measurement points shall be high enough for resolving eventual return loss spikes.

For example, for digital systems, the number of points should be:

$$n \geq 3(f_2 - f_1) L / (120)$$

where

n is the number of sampling points in the frequency range f_1 to f_2 forming the response curve;

f_1 is the lowest frequency in the range, in MHz;

f_2 is the highest frequency in the range, in MHz;

L is the physical length of the test specimen, in m.

Failing to apply these criteria may result in too wide a distance between the frequency sampling points, thus leading to considerable measuring failures.

Les pertes par réflexion des cordons ne sont pas nécessairement symétriques pour les deux côtés, et des mesures peuvent être requises des deux côtés. Sauf indication contraire dans la spécification particulière correspondante, le cas le plus défavorable doit être compris dans la spécification.

Le système doit être étalonné avec les types de connecteur appropriés. S'ils ne sont pas disponibles, des adaptateurs doivent être utilisés. Les adaptateurs provoquent une détérioration des pertes par réflexion mesurées, mais le résultat ne doit pas être corrigé pour les adaptateurs. Les pertes par réflexion additionnées du dispositif en essai, adaptateurs compris, doivent respecter les limites de la spécification.

Il est possible d'utiliser d'autres techniques pour mesurer les caractéristiques de réflexion d'un cordon, après accord avec le client.

8.1.3 Prescriptions

Les valeurs de pertes par réflexion mesurées doivent s'inscrire dans les limites spécifiées.

8.1.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Pertes minimales par réflexion, en fonction de la fréquence, le cas échéant.
- b) Gamme de fréquences.
- c) Définition en fréquence requise.

Mesures à effectuer à partir d'une extrémité ou de deux extrémités.

8.2 Uniformité d'impédance

8.2.1 Objet

Déterminer la variation locale de l'impédance caractéristique du cordon.

8.2.2 Procédure

La mesure est effectuée en utilisant un réflectomètre dans le domaine temporel (RDT) avec une impulsion appliquée au cordon à travers une ligne à air agissant comme une impédance de référence. La variation de l'impédance le long du cordon doit être observée.

Il est aussi possible d'utiliser un système travaillant par conversion du domaine fréquentiel au domaine temporel.

8.2.3 Prescriptions

Celles-ci doivent être indiquées dans la spécification particulière appropriée.

8.2.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Temps de montée du système RDT.
- b) Limites de la variation d'impédance.

8.3 Pertes d'insertion

8.3.1 Procédure

Les pertes d'insertion doivent être mesurées conformément à l'annexe A.

The return loss of cable assemblies is not necessarily symmetrical for both sides, and measurements from both sides might be required. Unless otherwise stated in the relevant detail specification, the worse case has to be within the specification.

The system has to be calibrated with the appropriate connector types. If these are not available, then adapters have to be used. The adapters will give a deterioration in the measured return loss, but, the result shall not be corrected for the adapters. The combined return loss, including the adapters, shall be within the specification.

Other techniques for measuring the reflection characteristics of a cable assembly may be used if agreed by the customer.

8.1.3 Requirements

The measured return loss values shall be within the specified limits.

8.1.4 Information to be given in the detail specification

- a) Minimum return loss, as a function of frequency, if appropriate.
- b) Frequency range.
- c) Required frequency resolution.

Measurements to be made from one or both ends.

8.2 Uniformity of impedance

8.2.1 Object

To determine the variation of local characteristic impedance of the cable assembly.

8.2.2 Procedure

Measurement is made using a time domain reflectometer (TDR) with input step applied to the cable assembly through an air line acting as an impedance reference. Impedance variation along the assembly shall be observed.

Alternatively, a system using frequency domain to time domain conversion may be used.

8.2.3 Requirements

To be as specified in the relevant detail specification.

8.2.4 Information to be given in the detail specification

- a) Rise time of the TDR system.
- b) Limits of impedance variation.

8.3 Insertion loss

8.3.1 Procedure

The insertion loss shall be inspected in accordance with annex A.

8.3.2 Prescriptions

Les pertes d'insertion ne doivent pas excéder les valeurs limites spécifiées à toutes les fréquences contenues dans la bande de fréquences indiquée dans la spécification particulière appropriée.

8.3.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Pertes d'insertion maximales, en fonction de la fréquences, dans les cas appropriés.
- b) Gamme de fréquences.

8.4 Stabilité des pertes d'insertion

8.4.1 Objet

Déterminer les variations de l'affaiblissement à une fréquence donnée lorsque le cordon est soumis à une courbure dynamique.

8.4.2 Procédure

Pendant la mesure des pertes d'insertion, effectuée selon 8.3, le câble est enroulé sur un mandrin ayant son rayon égal au rayon de courbure dynamique et suivant le nombre de spires indiqué dans la spécification particulière appropriée.

8.4.3 Prescriptions

Pendant et après l'essai, la variation spécifiée des pertes d'insertion indiquée dans la spécification particulière appropriée ne doit pas être dépassée.

8.4.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Rayon de courbure dynamique du câble (rayon du mandrin).
- b) Nombre de spires et partie du cordon sur le mandrin.
- c) Fréquences d'essai.
- d) Variation maximale des pertes d'insertion.

8.5 Temps de propagation

8.5.1 Procédure

Le temps de propagation est mesuré selon l'annexe B.

8.5.2 Prescriptions

Le temps de propagation ne doit pas dépasser les limites indiquées dans la spécification particulière appropriée.

8.5.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Bande de fréquences dans laquelle la mesure est effectuée (voir l'article B.1) ou temps de montée du système (voir l'article B.2).
- b) Temps de propagation et tolérance.

8.6 Stabilité de la longueur électrique

8.6.1 Objet

Déterminer le changement de phase, à une fréquence donnée, provoqué par le changement de la longueur électrique lorsque le cordon est soumis à une courbure ou à une torsion.

8.3.2 Requirements

The insertion loss shall not exceed the specified limits at any frequency within the frequency band indicated in the relevant detail specification.

8.3.3 Information to be given in the detail specification

- a) Maximum insertion loss, if appropriate, as a function of frequency.
- b) Frequency range.

8.4 Insertion loss stability

8.4.1 Object

To determine the change of attenuation at a given frequency when the cable assembly is subjected to dynamic bending.

8.4.2 Procedure

During insertion loss measurement according to 8.3, the cable is wound on a mandrel of radius equal to the dynamic bending radius and using the number of turns indicated in the relevant detail specification.

8.4.3 Requirements

During and after the test, the specified change of insertion loss given in the relevant detail specification shall not be exceeded.

8.4.4 Information to be given in the detail specification

- a) Dynamic bending radius of the cable (radius of the mandrel).
- b) Number of turns and portion of the cable assembly on the mandrel.
- c) Test frequencies.
- d) Maximum change of insertion loss.

8.5 Propagation time

8.5.1 Procedure

The propagation time is inspected in accordance with annex B.

8.5.2 Requirements

The propagation time shall not exceed the limits indicated in the relevant detail specification.

8.5.3 Information to be given in the detail specification

- a) Frequency band in which the measurement is carried out (see clause B.1) or rise time of the system (see clause B.2).
- b) Propagation time and tolerance.

8.6 Stability of electrical length

8.6.1 Object

To determine the change of phase caused by the change in electrical length when the cable assembly is subjected either to bending or twisting.

8.6.2 Procédures

8.6.2.1 Courbure

Méthode 1

Un cordon en forme de U doit être raccordé à un analyseur de réseau adapté (voir figure 1a). Durant l'enregistrement de la phase du signal d'émission, le câble est enroulé autour du mandrin sur 180° (voir figure 1b), déroulé jusqu'à la position de départ, enroulé dans le sens inverse des aiguilles d'une montre sur 180° autour du mandrin (voir figure 1c), puis déroulé à nouveau jusqu'à la position initiale. La position initiale du mandrin doit être choisie de manière que seules les parties droites du U soient courbées durant l'essai.

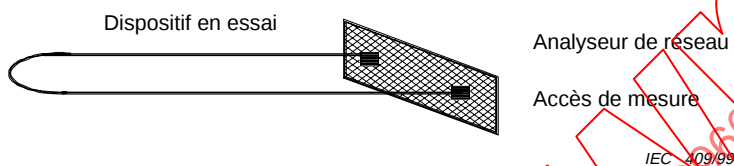


Figure 1a – Position de départ

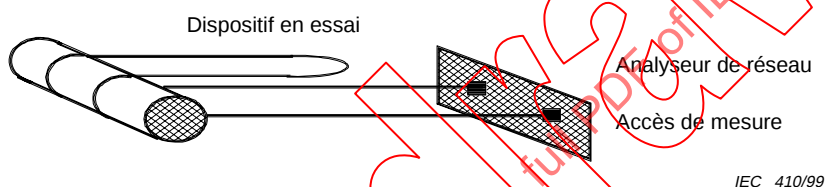


Figure 1b – Première courbure

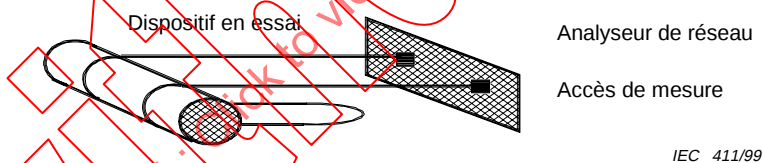


Figure 1c – Deuxième courbure

Figure 1 – Essai de courbure: ensemble en forme de U

8.6.2 Procedures

8.6.2.1 Bending

Method 1

A cable assembly which is of a U shape has to be connected to a suitable network analyser (NWA), (see figure 1a). During recording of the phase of the transmitting signal, the cable is wound around the mandrel for 180° (see figure 1b), unwound to the starting position, wound counter-clockwise for 180° around the mandrel (see figure 1c) and again unwound to its starting position. The initial position of the mandrel shall be chosen so that only the straight parts of the U will be bent during the test.

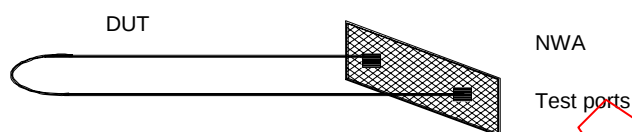


Figure 1a – Start position

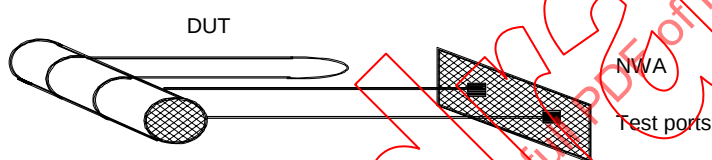


Figure 1b – First bend

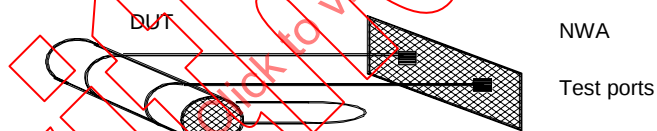


Figure 1c – Second bend

Figure 1 – Bending test: U shape assembly

Méthode 2

Un cordon de forme droite (voir figure 2a) doit se terminer par un court-circuit à une extrémité et doit être raccordé à un analyseur de réseau adapté à l'autre extrémité. Durant l'enregistrement de la phase du signal réfléchi, le câble est d'abord enroulé dans le sens des aiguilles d'une montre autour du mandrin sur un demi-tour (voir figure 2b), relâché jusqu'à la position neutre (position de départ), enroulé dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du mandrin (voir figure 2c) puis relâché à nouveau pour regagner sa position de départ.

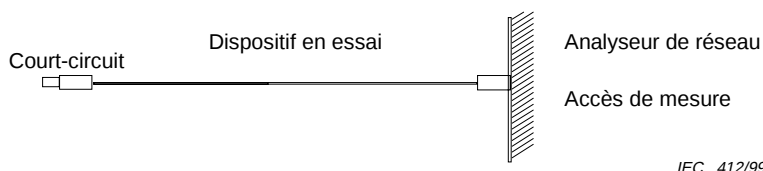


Figure 2a – Position de départ

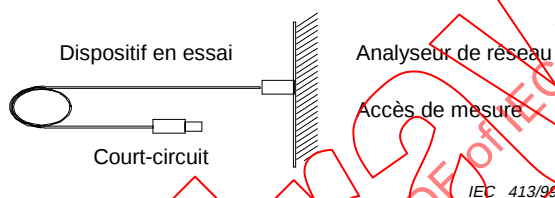


Figure 2b – Première courbure

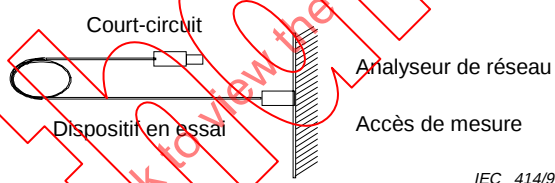


Figure 2c – Deuxième courbure

Figure 2 – Essai de courbure: ensemble de forme droite

8.6.2.2 Torsion

Un cordon en forme de U doit être raccordé à un analyseur de réseau adapté (voir figure 3a). Durant l'enregistrement de la phase du signal d'émission, le mandrin au milieu du câble est d'abord tordu dans le sens des aiguilles d'une montre sur 180° (voir figure 3b), puis relâché pour regagner la position de départ, tordu dans le sens inverse des aiguilles d'une montre sur 180° (voir figure 3c), puis relâché à nouveau pour regagner sa position de départ.

NOTE – En fonction de la rigidité de torsion et du couple maximal admis au niveau de l'interface des connecteurs de câble, il se peut que l'angle de torsion maximal doive être restreint.

Method 2

A cable assembly which is of a straight shape (see figure 2a) has to be terminated by a short at one end and connected to a suitable network analyser at the other end. During the recording of the phase of the reflected signal, the cable is first wound clockwise around the mandrel for one half turn (see figure 2b), released to the starting position then wound anti-clockwise around the mandrel (see figure 2c) and again released to its starting position.

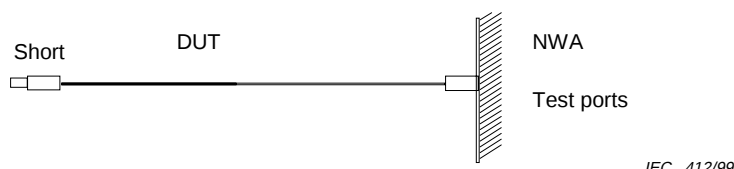


Figure 2a – Start position

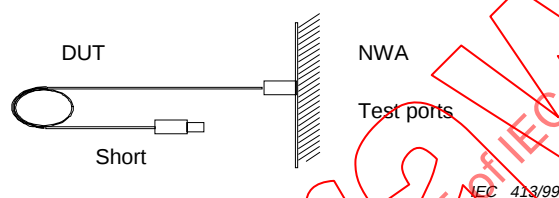


Figure 2b – First bend

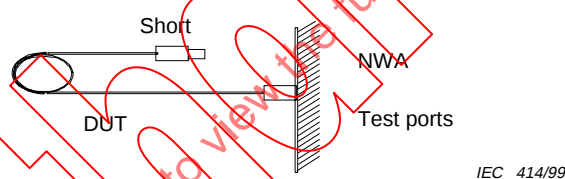


Figure 2c – Second bend

Figure 2 – Bending test: straight assembly

8.6.2.2 Twisting

A cable assembly which is of a U shape has to be connected to a suitable network analyser (see figure 3a). During the recording of the phase of the transmitting signal the mandrel in the middle of the cable is first twisted in a clockwise direction for 180° (see figure 3b) then released to the starting position, twisted counter-clockwise for 180° (see figure 3c) and again released to its starting position.

NOTE – Depending on the torsional rigidity and the maximum permissible torque at the cable connectors interface, the maximum twist angle may have to be restricted.

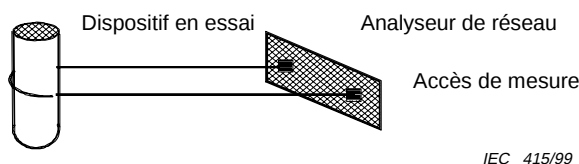


Figure 3a – Position de départ

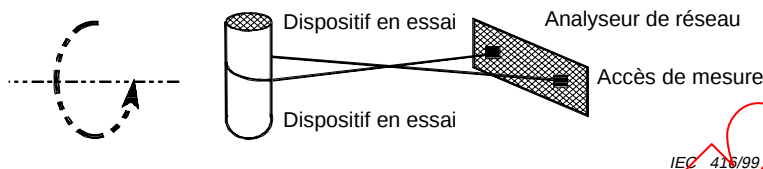


Figure 3b – Première torsion

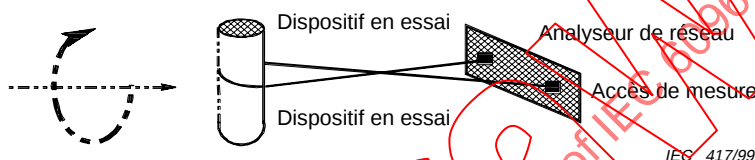


Figure 3c – Deuxième torsion

Figure 3 – Essai de torsion: ensemble en forme de U

8.6.3 Prescriptions

La différence de phase ne doit pas dépasser les limites indiquées dans la spécification particulière correspondante.

8.6.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Rayon du mandrin (généralement le rayon de courbure dynamique du câble).
- Fréquence d'essai.
- Variation maximale de phase.

8.7 Différence de phase

8.7.1 Objet

Mesurer la différence de phase entre deux ou plusieurs cordons.

8.7.2 Procédure

La mesure est effectuée en utilisant un analyseur de réseau vectoriel d'une précision adaptée. Il est aussi possible d'utiliser une ligne à fente lorsque les prescriptions concernant la fréquence et la précision le permettent.

8.7.3 Prescriptions

La différence de phase ne doit pas dépasser les limites indiquées dans la spécification particulière appropriée.

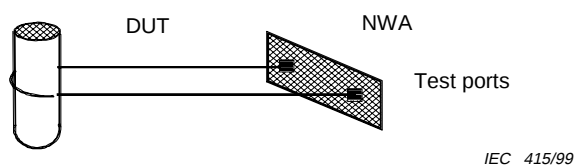


Figure 3a – Start position

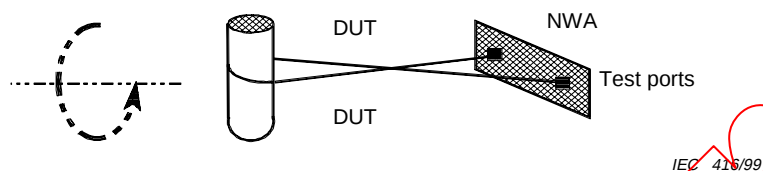


Figure 3b – First twist

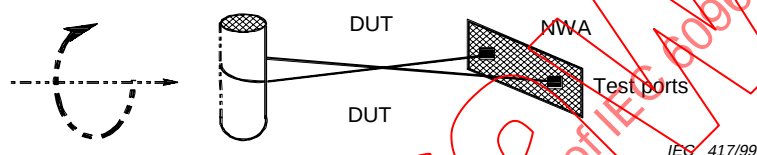


Figure 3c – Second twist

Figure 3 – Twisting test: U shape assembly

8.6.3 Requirements

The phase difference shall not exceed the limits specified in the relevant detail specification.

8.6.4 Information to be given in the detail specification

- Radius of mandrel (usually dynamic bending radius of the cable).
- Test frequency.
- Maximum change of phase.

8.7 Phase difference

8.7.1 Object

To measure the phase difference between two or more cable assemblies.

8.7.2 Procedure

Measurements shall be made using a suitable network analyser of appropriate resolution. Alternatively, a slotted line may be used where frequency and accuracy requirements permit.

8.7.3 Requirements

The phase difference shall not exceed the limits specified in the relevant detail specification.

8.7.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Différence de phase maximale ou différence de phase nominale avec les tolérances.
- b) Fréquence.

8.8 Variation de la phase avec la température

8.8.1 Objet

Déterminer les changements de phase dus au changement de la longueur électrique lorsque le cordon est soumis à des variations de température dans sa gamme de températures de fonctionnement.

Si cela est indiqué dans la spécification particulière appropriée, cet essai peut être effectué sur un spécimen de cordon plutôt que sur un cordon fini. Le spécimen de cordon doit être identique au cordon fini excepté pour la longueur et la forme.

8.8.2 Procédure

La mesure est effectuée en utilisant un analyseur de réseau approprié avec le cordon, y compris ses connecteurs, à la température de la chambre. Les détails concernant chaque support de câble doivent être donnés dans la spécification particulière appropriée.

Lorsque les essais sont effectués sur un spécimen de cordon, le câble doit former une ou plusieurs boucles sans support, d'un diamètre égal à au moins dix fois le rayon de courbure statique minimale.

Six cycles de température doivent être utilisés. Il est aussi possible d'utiliser une ligne à fente lorsque les prescriptions concernant la fréquence et la précision le permettent.

8.8.3 Prescriptions

Pendant l'essai, la variation de phase ne doit pas excéder les limites indiquées dans la spécification particulière appropriée.

8.8.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Gamme de températures et cycle température-temps.
- b) Fréquence de mesure.
- c) Méthode de présentation des résultats, par exemple °el /°C.
- d) Variation de phase admissible.
- e) Configuration du cordon de remplacement, éventuellement.

8.9 Efficacité d'écran

L'efficacité d'écran doit être vérifiée. Les essais applicables sont indiqués dans l'annexe C ou dans la CEI 61726. La spécification particulière appropriée doit indiquer l'essai applicable, la gamme de fréquences et la valeur minimale d'efficacité d'écran.

8.7.4 Information to be given in the detail specification

- a) Maximum phase difference or nominal phase difference with tolerances.
- b) Frequency.

8.8 Phase variation with temperature

8.8.1 Object

To determine the changes of phase caused by the change in the electrical length when the cable assembly is subjected to various temperatures within its operating temperature range.

When specified in the relevant detail specification this test may be conducted on a specimen cable assembly rather than a finished cable assembly. The specimen cable assembly shall be identical to the finished cable assembly except for its length and its shape.

8.8.2 Procedure

Measurements shall be made using a suitable network analyser with the cable assembly, including its connectors, in a controlled temperature chamber. Details of any cable supports shall be given in the relevant detail specification.

Where tests are made on a specimen cable assembly, the cable shall form one or more unsupported loops of a diameter at least ten or more times the minimum static bending radius.

Six temperature cycles shall be used. Alternatively, a slotted line can be used where frequency and accuracy requirements permit.

8.8.3 Requirements

During the test, the phase variation shall not exceed the limits specified in the relevant detail specification.

8.8.4 Information to be given in the detail specification

- a) Temperature range and temperature against time cycle.
- b) Measurement frequency.
- c) Method of presenting the results for example $^{\circ}\text{el}/^{\circ}\text{C}$.
- d) Admissible phase variation.
- e) Configuration of substitute specimen cable assembly, when allowed.

8.9 Screening effectiveness

The screening effectiveness shall be tested. Applicable tests are given in annex C or in IEC 61726. The relevant detail specification shall identify the applicable test, the frequency range and the minimum value of screening effectiveness.

8.10 Tension de tenue

8.10.1 Procédure

Chaque cordon doit supporter, sans claquage ni contournement, la tension indiquée dans la spécification particulière appropriée. La valeur minimale de la tension d'essai, déduite de la tension nominale de service U du cordon et de la tension d'essai E (toutes deux exprimées en courant continu ou en valeur de crête en courant alternatif), est donnée par:

$E = 3 U$ pour les cordons ayant une tension nominale de service allant jusqu'à 1 kV compris,
ou

$E = 1,5 U$ avec un minimum de 3 kV pour les cordons ayant une tension nominale de service dépassant 1 kV.

La tension de crête indiquée dans la spécification particulière appropriée, à une fréquence comprise entre 40 Hz et 60 Hz, doit être appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur du cordon en utilisant un connecteur accouplé comme interface.

Il est possible d'appliquer une tension continue égale à la valeur de crête de la tension alternative.

La tension doit être appliquée pendant 1 min, sauf prescription contraire dans la spécification particulière appropriée.

8.10.2 Prescriptions

Il ne doit y avoir ni claquage ni contournement.

8.10.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Tension d'essai.
- b) Toute prescription spéciale.

8.11 Résistance d'isolement

8.11.1 Procédure

La résistance d'isolement doit être mesurée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur du cordon sous une tension continue de $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ ou sous la tension nominale du cordon si elle est inférieure.

La résistance d'isolement doit être mesurée après un temps de stabilisation de $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, sauf prescription contraire dans la spécification particulière appropriée.

8.11.2 Prescriptions

La valeur de la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à celle qui est indiquée dans la spécification particulière.

8.11.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Tension d'essai.
- b) Temps de stabilisation.
- c) Valeur de résistance.

8.10 Voltage proof

8.10.1 Procedure

Each cable assembly shall withstand, without breakdown or flashover, the voltage specified by the relevant detail specification. The minimum value of the test voltage derived from the rated working voltage U of the cable assembly and the test voltage E (both expressed as d.c. or a.c. peak) is given by:

$E = 3 U$ for cable assemblies having a rated working voltage up to and including 1 kV,
or

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

The peak a.c. voltage stated in the relevant detail specification, at a frequency between 40 Hz and 60 Hz, shall be applied between the inner and outer conductors of the cable assembly using a mated connector as an interface.

Alternatively, a d.c. voltage equal to the peak a.c. voltage may be applied.

The voltage shall be applied for a period of 1 min, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

8.10.2 Requirements

There shall be no breakdown or flashover.

8.10.3 Information to be given in the detail specification

- a) Test voltage.
- b) Any special requirements.

8.11 Insulation resistance

8.11.1 Procedure

The insulation resistance shall be measured between the inner and outer conductor of the cable assembly with a direct voltage of $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ or with the rated voltage of the cable assembly, whichever is less.

The insulation resistance shall be measured after a stabilisation time of $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

8.11.2 Requirements

The value of the insulation resistance shall not be less than that indicated in the detail specification.

8.11.3 Information to be given in the detail specification

- a) Test voltage.
- b) Stabilization time.
- c) Resistance value.

8.12 Continuité du conducteur intérieur et du conducteur extérieur

8.12.1 Objet

Vérifier la continuité des conducteurs intérieur et extérieur en courant continu et à basse fréquence.

8.12.2 Procédure

Tout méthode appropriée peut être utilisée.

8.12.3 Prescriptions

Il ne doit pas y avoir de discontinuité indésirable du conducteur intérieur ou extérieur en courant continu ou à basse fréquence.

8.12.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Tension d'essai.
- b) Courant d'essai.
- c) Fréquence.

8.13 Vacant

8.14 Puissance nominale

8.14.1 Objet

La puissance nominale d'un cordon est définie comme la puissance d'entrée pour une fréquence, une température et une pression quelconques, pouvant être supportée en continu lorsque le cordon se referme sur une charge correspondant à l'impédance caractéristique.

La limite est constituée soit par la tension maximale de fonctionnement autorisée, soit par la température maximale du conducteur intérieur du câble ou du connecteur.

L'essai de tenue en puissance se divise ainsi en deux catégories:

- a) tenue en puissance continue;
- b) tenue en puissance de crête ou pulsée.

8.14.2 Procédure

L'essai doit être réalisé conformément à 11.19 de la CEI 61196-1 en relevant toute indication de formation d'un arc et de déplacement mécanique du joint de soudure ou mécanique.

8.14.3 Prescriptions

Il ne doit apparaître aucun signe de rupture dû à une surchauffe, un arc ou un contournement tout au long de l'application de la puissance spécifiée en relation avec les conditions d'environnement indiquées dans la spécification particulière correspondante. Après l'essai, le cordon ne doit laisser apparaître aucun endommagement visible et la prescription électrique doit être remplie.

8.14.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Température.
- b) Pression.
- c) Humidité relative.

8.12 Inner and outer conductor continuity

8.12.1 Object

To ensure the d.c. and low frequency continuity of the inner and outer conductors.

8.12.2 Procedure

Any appropriate method may be used.

8.12.3 Requirements

There shall be no undesired d.c. or low frequency discontinuity of the inner or outer conductor.

8.12.4 Information to be given in the detail specification

- a) Test voltage.
- b) Test current.
- c) Frequency.

8.13 Void

8.14 Power rating

8.14.1 Object

The power rating of a cable assembly is defined as the input power at any specified frequency, temperature and pressure, which can be handled continuously when the cable assembly is terminated by a load corresponding to the characteristic impedance.

A limitation may be either the maximum permissible operating voltage or the maximum inner conductor temperature of either the cable or the connector.

Thus, the power handling capability test is divided into two categories:

- a) continuous power handling capability;
- b) peak or pulsed power handling capability.

8.14.2 Procedure

The test shall be performed in accordance with 11.19 of IEC 61196-1 taking into account any evidence of arcing and mechanical displacement of the solder or mechanical joint.

8.14.3 Requirements

There shall be no evidence of breakdown due to overheating, arcing or flashover throughout the application of the specified power related to the environmental conditions as stated in the relevant detail specification. After the test, the cable assembly shall show no visual damage and the electrical requirements shall be satisfied.

8.14.4 Information to be given in the detail specification

- a) Temperature.
- b) Pressure.
- c) Relative humidity.

Essai de puissance crête

- d) Niveau de puissance.
- e) Fréquence.
- f) Largeur d'impulsion et rapport cyclique.

Essai de puissance en ondes entretenues

- g) Niveau de puissance.
- h) Fréquence.

8.15 Mesure du niveau d'intermodulation

A l'étude.

9 Essais de robustesse mécanique

9.1 Traction

9.1.1 Objet

Déterminer la résistance mécanique et, si cela est requis, la stabilité électrique du cordon soumis à une force axiale.

9.1.2 Procédure

Une force de traction comme indiqué dans la spécification particulière appropriée doit être appliquée aux deux connecteurs selon un axe commun du câble et aux connecteurs. Lorsque la longueur ou la forme du câble ne le permet pas, la force doit être appliquée entre le câble et chaque connecteur à tour de rôle.

NOTE – Lorsque la force ne peut être appliquée entre les deux connecteurs, ces essais sont généralement destructifs pour le câble.

9.1.3 Prescriptions

Il ne doit y avoir aucune manifestation de déplacement du câble par rapport au connecteur.

Les positions du contact intérieur et de l'isolant doivent être en accord avec les dimensions d'interface.

Les prescriptions pour les essais électriques, si elles sont indiquées dans la spécification particulière appropriée, doivent être satisfaites.

9.1.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Valeur de la force.
- b) Durée et méthode d'application de la force.
- c) Essais électriques prescrits.

9.2 Flexion

9.2.1 Objet

Déterminer l'aptitude du cordon à supporter des pliages à la jonction du câble et du connecteur.

Peak power test

- d) Power level.
- e) Frequency.
- f) Pulse width and duty cycle.

CW power test

- g) Power level.
- h) Frequency.

8.15 Intermodulation level measurement

Under consideration.

9 Mechanical robustness tests**9.1 Tensile****9.1.1 Object**

To determine the mechanical strength and, when required, electrical stability of the cable assembly when subjected to an axial force.

9.1.2 Procedure

A tensile force as stated in the relevant detail specification shall be applied to the two connectors along the common axis of the cable and connectors. When the length or shape of the cable makes this impossible, the force shall be applied between the cable and each connector in turn.

NOTE – When the force cannot be applied between the two connectors, these tests are normally destructive to the cable.

9.1.3 Requirements

There shall be no visual evidence of the movement of the cable relative to the connector.

Inner contact and insulator positions shall be in accordance with interface dimensions.

Electrical test requirements shall be complied with, if stated in the relevant detail specification.

9.1.4 Information to be given in the detail specification

- a) Value of the force.
- b) Duration and method of application of the force.
- c) Electrical tests required.

9.2 Flexure**9.2.1 Object**

To determine the ability of the cable assembly to withstand bending at the junction of the cable and connector.

9.2.2 Procédure

L'essai doit être effectué en utilisant l'appareil décrit à la figure 4.

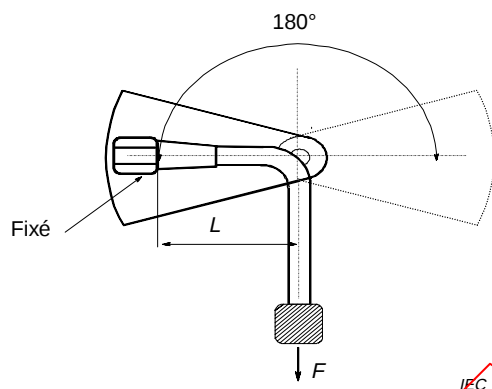


Figure 4 – Appareil pour l'essai de flexion du cordon

La longueur L est fixée de telle façon que le câble soit sur un axe vertical et le connecteur en position horizontale lorsque la force F est appliquée. Une flexion est une rotation de l'appareil de 180°. La fréquence des flexions est égale à 20 par minute ou comme indiqué dans la spécification particulière appropriée.

9.2.3 Prescriptions

Après l'essai, les dimensions de l'interface du cordon doivent être dans les limites spécifiées. Les prescriptions concernant les essais électriques, indiquées dans la spécification particulière appropriée, doivent être satisfaites.

9.2.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Valeur de la force F .
- Nombre de flexions: normalement 500.
- Essais électriques requis.
- Si des essais électriques doivent être appliqués au cordon demeurant sur l'appareil.

9.3 Endurance de la flexion

9.3.1 Objet

Déterminer l'aptitude d'un cordon prévu pour la flexion en service.

9.2.2 Procedure

The test shall be performed using a fixture as shown in figure 4.

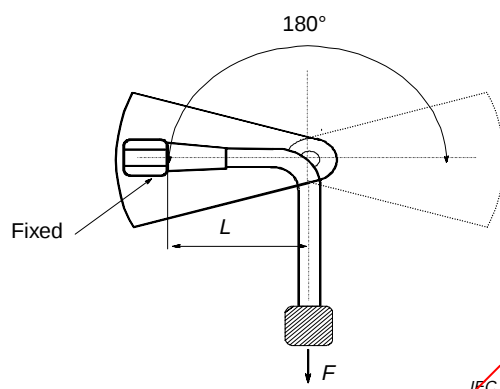


Figure 4 – Fixture for cable assembly flexure test

The length L is adjusted so that the cable is on the vertical axis and the connector in the horizontal position when the force F is applied. A flexure is a rotation of the fixture of 180° . The rate of flexure shall be 20 per minute or as stated in the relevant detail specification.

9.2.3 Requirements

After the test, the cable assembly interface dimensions shall be within the specified limits.

Electrical test requirements stated in the relevant detail specification shall be complied with.

9.2.4 Information to be given in the detail specification

- Value of the force F .
- Number of flexures, normally 500.
- Electrical tests required.
- Whether or not electrical tests shall be applied with the cable assembly still on the fixture.

9.3 Flexing endurance

9.3.1 Object

To determine the acceptability of the cable assembly intended to withstand flexing in service.

9.3.2 Procédure

Le cordon doit être placé sur une table horizontale dans un appareil comme indiqué en figure 5. Tandis qu'un connecteur est fixé, l'autre est soumis à un mouvement d'avant en arrière dans la direction de l'axe du câble.

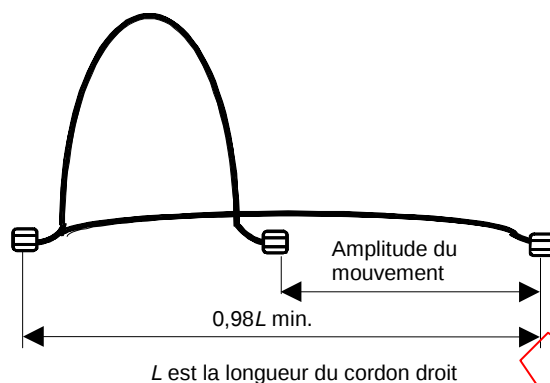


Figure 5 – Appareil pour l'essai d'endurance à la flexion du cordon

9.3.3 Prescriptions

Après l'essai, le cordon ne doit pas présenter de détérioration visible et les dimensions d'interface doivent rester dans les limites spécifiées. Les prescriptions électriques indiquées dans la spécification particulière appropriée doivent être satisfaites.

9.3.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Amplitude du mouvement, normalement la moitié de la longueur du cordon.
- Nombre de cycles, normalement 500.
- Essais électriques à appliquer, avec leurs prescriptions.

9.4 Ecrasement du câble

9.4.1 Objet

Déterminer l'aptitude du cordon à supporter une charge (ou une force) transversale appliquée à n'importe quelle partie du câble.

9.4.2 Procédure

Une force F doit être appliquée à un appareil d'essai comme indiqué dans la figure 6 avec un taux d'accroissement de $0,2F$ par seconde maximum. La force doit ensuite être maintenue pendant $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$.

9.3.2 Procedure

The cable assembly shall be placed on a horizontal table in an apparatus as illustrated in figure 5. Whilst one connector is fixed, the other connector is moved back and forth in the direction of the cable axis.

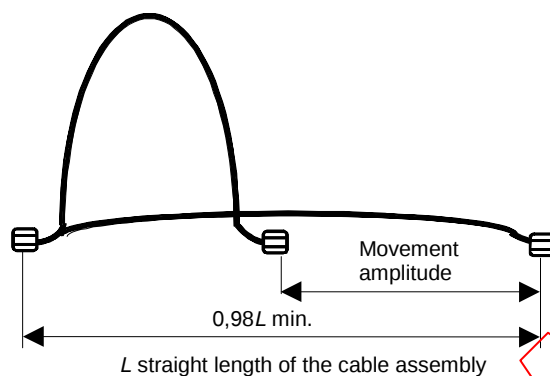


Figure 5 – Apparatus for cable assembly flexing endurance test

9.3.3 Requirements

After the test, the cable assembly shall show no visible damage and the interface dimensions shall be within the specified limits. Electrical requirements stated in the relevant detail specification shall be complied with.

9.3.4 Information to be given in the detail specification

- Movement amplitude, normally half the length of the assembly.
- Number of cycles, normally 500.
- Electrical tests to be applied, with requirements.

9.4 Cable assembly crushing

9.4.1 Object

To determine the ability of a cable assembly to withstand a transverse load (or a force) applied to any part of the cable.

9.4.2 Procedure

A force F shall be applied to a test fixture as shown in figure 6 at the rate of $0,2F$ per second maximum. The force shall then be maintained for $60\text{ s} \pm 10\text{ s}$.

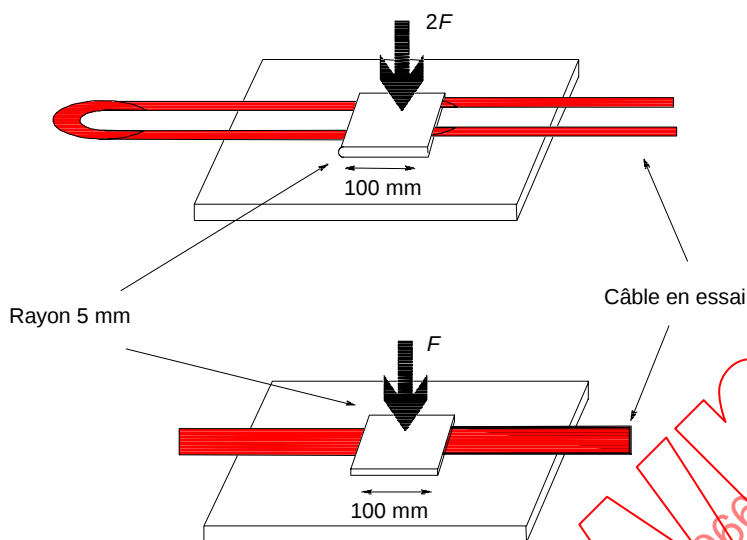


Figure 6 – Appareil pour l'essai d'écrasement du câble

9.4.3 Prescriptions

Après l'essai, le facteur de réflexion et les pertes d'insertion doivent rester dans les limites indiquées dans la spécification particulière appropriée.

La spécification particulière appropriée peut, pour certaines applications, prescrire l'uniformité de l'impédance selon 8.2.

9.4.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Valeur de la force F , normalement 800 N.
- Distance entre l'endroit de l'essai et l'un des connecteurs, normalement 1 m maximum.
- Essais électriques et leurs prescriptions.

9.5 Couple

9.5.1 Procédure

La capacité du câble à résister à la torsion doit être contrôlée par l'application d'un couple spécifique strictement axial au niveau de l'interface du câble et du connecteur. Le couple doit être appliqué pendant 60 s au moins à la fois dans le sens des aiguilles d'une montre, et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

9.5.2 Prescriptions

A l'issue de chaque application du couple pendant 60 s, l'interface du câble et du connecteur doit être examinée visuellement. Le cordon ne doit présenter aucun endommagement visible et les prescriptions électriques doivent être remplies. De plus, pour les câbles semi-flexibles et semi-rigides, il ne doit se produire aucun déplacement angulaire entre le câble et le connecteur.

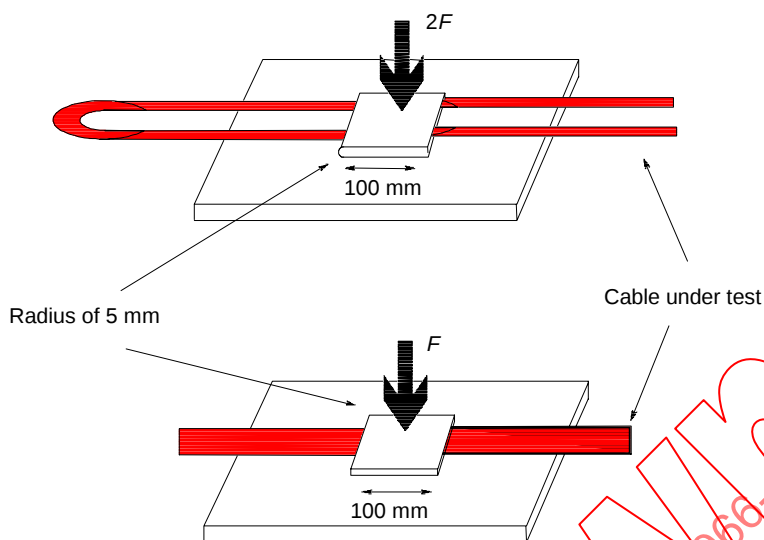


Figure 6 – Fixture for cable crushing test

9.4.3 Requirements

After the test, the reflection characteristics and insertion loss shall be within the limiting values specified in the relevant detail specification.

For some applications, the relevant detail specification shall indicate the uniformity of impedance according to 8.2.

9.4.4 Information to be given in the detail specification

- Value of the force F , normally 800 N.
- Distance from the test region to one of the connectors, normally 1 m maximum.
- Electrical tests and their requirements.

9.5 Torque

9.5.1 Procedure

The ability of the cable to resist torsion shall be tested by the application of a specific torque strictly axially to the interface of the cable to the connector. The torque shall be applied for at least 60 s in both clockwise and counter clockwise directions.

9.5.2 Requirements

After each 60 s application of the torque, the interface of the cable to the connector shall be visually examined. The cable assembly shall show no visual damage and the electrical requirements shall be satisfied. In addition, for semi-flexible and semi-rigid cables, there shall be no angular displacement between the cable and the connector.

9.5.3 Informations à donner dans la spécification particulière

a) Valeur du couple.

9.6 Courbure multiple

9.6.1 Objet

Déterminer la capacité d'un cordon à supporter un certain nombre de courbures inversées.

9.6.2 Procédure

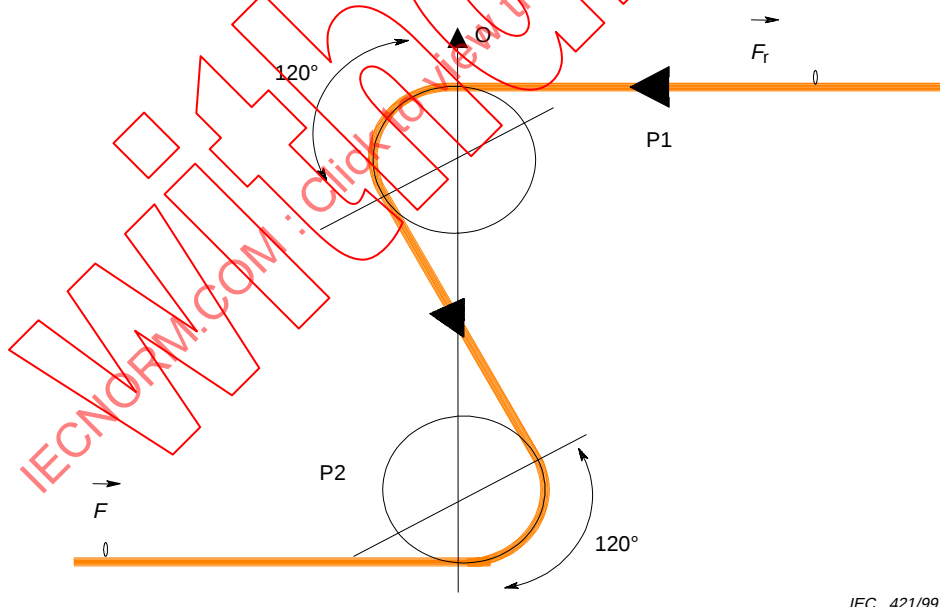
Le cordon est soumis à un certain nombre de courbures inversées au moyen d'un système de traction «aller et retour» sur toute la longueur. Le rayon des deux poulies doit être conforme au rayon de courbure dynamique minimum du câble. Les poulies doivent être positionnées de façon que l'angle de courbure du câble sur chaque poulie soit supérieur à 90° comme indiqué dans la figure 7. Le cordon est tiré vers l'avant et vers l'arrière contre une force contraignante F_r fixée de manière à assurer un contact continu entre le câble et les poulies.

9.6.3 Prescriptions

Après l'essai, le cordon ne doit présenter aucun endommagement visible et les prescriptions électriques doivent être remplies.

9.6.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Nombre de cycles (normalement 20).
- Essais électriques et limites prescrites à appliquer.



IEC 421/99

Figure 7– Essai de courbure multiple

9.5.3 Information to be given in the detail specification

- a) Value of the torque.

9.6 Multiple bending

9.6.1 Object

To determine the ability of a cable assembly to withstand a number of reverse bends.

9.6.2 Procedure

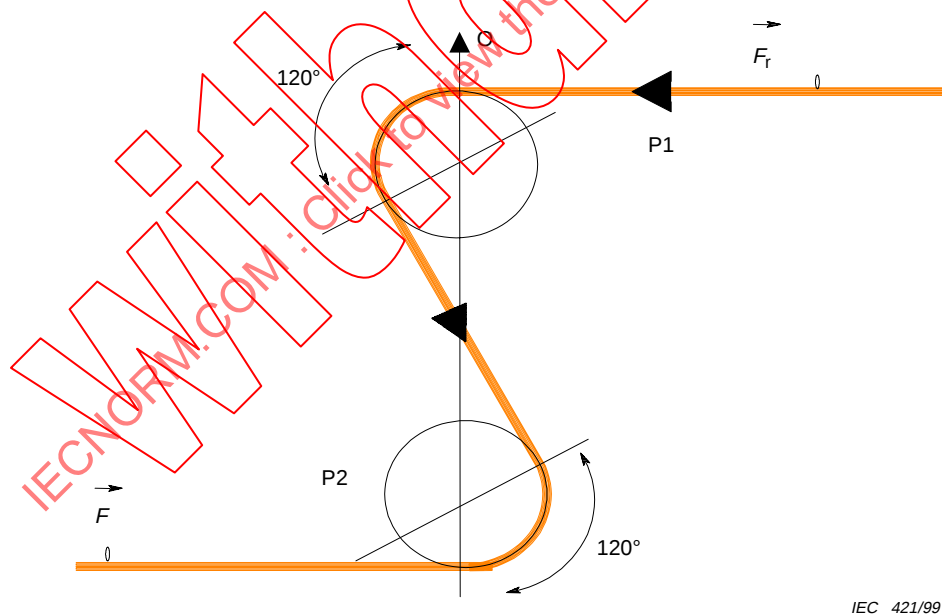
The cable assembly is subjected to a certain number of reverse bends using a pulling "go and return" arrangement over its entire length. The radius of the two pulleys shall be in accordance with the minimum dynamic bending radius of the cable. The pulleys shall be positioned so that the bending angle of the cable on each pulley is more than 90° as shown in figure 7. The cable assembly is pulled forwards and backwards against a restraining force F_r which is set to ensure continuous contact between the cable and the pulleys.

9.6.3 Requirements

After the test, the cable assembly shall show no visual damage and the electrical requirements shall be satisfied.

9.6.4 Information to be given in the detail specification

- a) Number of cycles (normally 20).
b) Electrical tests and their required limits to be applied.



IEC 421/99

Figure 7 – Multiple bending test

9.7 Essai d'abrasion de cordon

9.7.1 Objet

Déterminer la résistance à l'abrasion de la gaine du cordon.

9.7.2 Procédure

Le cordon est soumis à l'essai 10.10 de la CEI 61196-1.

9.8 Vibrations, chocs et impact

Si nécessaire, l'essai de vibrations et de chocs doit être sélectionné selon la définition en 10.2.

9.8.1 Essai d'impact

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai 7B de la CEI 60512-5.

9.9 Endurance mécanique

Lorsque cet essai n'est pas réalisé sur les connecteurs séparément, il est effectué conformément à 9.5 de la CEI 61169-1.

10 Essais d'environnement

10.1 Sévérités recommandées

Pour les sévérités recommandées des essais d'environnement, voir l'annexe D.

10.2 Vibrations, secousses et chocs

Lorsque ces essais sont prescrits, ils doivent être choisis parmi ceux de la CEI 60068. Voir l'annexe D.

10.3 Séquence climatique

10.3.1 Procédure

L'essai doit être effectué selon les modalités de 9.4.2 de la CEI 61169-1. Les cordons souples doivent être enroulés sur un mandrin dont le rayon est égal au rayon de courbure statique minimal. Le nombre de tours complets doit être de trois, sauf prescription contraire dans la spécification particulière appropriée.

10.3.2 Prescriptions

A la fin de la période de reprise, le cordon doit satisfaire aux prescriptions des essais suivants, sauf prescription contraire dans la spécification particulière appropriée.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Tension de tenue.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Examen visuel.

La mesure de la résistance d'isolement et l'essai de tension de tenue doivent être effectués dans les 30 min qui suivent la période de reprise.

9.7 Abrasion test of cable assembly

9.7.1 Object

To determine the resistance to abrasion of the cable assembly sheath.

9.7.2 Procedure

The cable assembly is subjected to test 10.10 of IEC 61196-1.

9.8 Vibrations, shocks and impact

If required the test for vibrations and shocks shall be selected as defined in 10.2.

9.8.1 Impact test

This test shall be conducted in accordance with test 7B of IEC 60512-5.

9.9 Mechanical endurance

When this test is not performed on the connectors separately it will be conducted in accordance with 9.5 of IEC 61169-1.

10 Environmental tests

10.1 Recommended severities

For the recommended severities of environmental tests, see annex D.

10.2 Vibration, bumps and shock

When these tests are required, they shall be selected from IEC 60068 (see annex D).

10.3 Climatic sequence

10.3.1 Procedure

The test shall be performed in accordance with 9.4.2 of IEC 61169-1. Flexible cable assemblies shall be wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

10.3.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of the end of the recovery period.

10.3.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de chaque étape de la séquence climatique.
- b) Nombre de tours sur le mandrin, s'il est différent de trois.
- c) Essais électriques effectués pendant et après la séquence et leurs prescriptions.
- d) Si les connecteurs sont désaccouplés ou protégés.

10.4 Chaleur humide, essai continu

10.4.1 Procédure

Le cordon souple est enroulé sur un mandrin dont le rayon est égal au rayon de courbure statique minimal. Le nombre de tours doit être de trois, sauf indication contraire dans la spécification particulière appropriée. L'essai doit être effectué selon les modalités de 9.4.3 de la CEI 61169-1.

10.4.2 Prescriptions

A la fin de la période de reprise, le cordon doit satisfaire aux prescriptions des essais suivants, sauf indication contraire dans la spécification particulière appropriée.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Tension de tenue.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Examen visuel.

La mesure de la résistance d'isolement et l'essai de tension de tenue doivent être effectués dans les 30 min qui suivent la fin de la période de reprise.

10.4.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de l'essai.
- b) Nombre de tours sur le mandrin, s'il est différent de trois.
- c) Vérifications électriques faites immédiatement après le conditionnement et après la période de reprise et leurs prescriptions.
- d) Si les connecteurs sont accouplés ou désaccouplés.

10.5 Variations rapides de température

10.5.1 Procédure

L'essai doit être effectué selon les modalités de 9.4.4 de la CEI 61169-1. Les cordons souples doivent être enroulés sur un mandrin dont le rayon est égal au rayon de courbure statique minimal. Le nombre de tours complets doit être de trois, sauf prescription contraire dans la spécification particulière appropriée.

10.5.2 Prescriptions

A la fin de la période de reprise, le cordon doit satisfaire aux prescriptions des essais suivants, sauf indication contraire dans la spécification particulière appropriée.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Tension de tenue.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Examen visuel.

Les positions du contact central et de l'isolant doivent être conformes à celles des dimensions de l'interface.

10.3.3 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of each step of the climatic sequence.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Electrical tests made during and after the sequence and their requirements.
- d) Whether connectors are unmated or protected.

10.4 Damp heat, steady state

10.4.1 Procedure

The flexible cable assembly shall be wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise stated in the relevant detail specification. The test shall be performed in accordance with 9.4.3 of IEC 61169-1.

10.4.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance and the voltage proof measurements shall be carried out within 30 min of the end of the recovery period.

10.4.3 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of the test.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Electrical checks made immediately after conditioning and after recovery period and their requirements.
- d) Whether connectors are mated or unmated.

10.5 Rapid change of temperature

10.5.1 Procedure

The test shall be performed in accordance with 9.4.4 of IEC 61169-1. Flexible cable assemblies shall be wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

10.5.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

Centre contact and insulator positions shall be in accordance with the interface dimensions.

10.5.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Températures minimale et maximale.
- b) Nombre de tours sur le mandrin, s'il est différent de trois.
- c) Les mesures et essais finaux et leurs prescriptions.

10.6 Solvants et fluides polluants

10.6.1 Procédure

L'essai doit être effectué selon les modalités de 9.7 de la CEI 61169-1.

10.6.2 Prescriptions

A la fin de la période de reprise, le cordon doit satisfaire aux prescriptions des essais suivants, sauf indication contraire dans la spécification particulière appropriée.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Examen visuel.
- c) Pertes d'insertion.

10.6.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Fluides d'essai.
- b) Température de séchage, si elle est différente de 70 °C.
- c) Prescriptions concernant la résistance d'isolement et les pertes d'insertion.
- d) Si les connecteurs sont accouplés ou désaccouplés.

10.7 Immersion dans l'eau

10.7.1 Procédure

Les détails concernant la méthode doivent être donnés dans la spécification particulière appropriée et doivent être généralement conformes à ceux de 9.2.7 de la CEI 61169-1.

10.7.2 Prescriptions

A la fin de la durée d'essai, le cordon doit être conforme aux prescriptions relatives aux essais suivants, sauf indication contraire dans la spécification particulière correspondante.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Pertes d'insertion.

10.7.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Prescriptions relatives à la résistance d'isolement et aux pertes d'insertion.
- b) Si les connecteurs sont accouplés ou désaccouplés.

10.8 Essais au brouillard salin et à l'anhydride sulfureux

10.8.1 Procédure

Lorsque ces essais sont exigés, ils doivent être choisis parmi ceux de la CEI 60068. Les sévérités doivent être données dans la spécification particulière appropriée.

10.5.3 Information to be given in the detail specification

- a) Minimum and maximum temperature.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Final tests and measurements and their requirements.

10.6 Solvents and contaminating fluids**10.6.1 Procedure**

The test shall be performed in accordance with 9.7 of IEC 61169-1.

10.6.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise stated in the relevant detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Visual inspection.
- c) Insertion loss.

10.6.3 Information to be given in the detail specification

- a) Conditioning fluids.
- b) Drying temperature, if different from 70 °C.
- c) Requirements for insulation resistance and insertion loss.
- d) Whether the connectors are mated or unmated.

10.7 Water immersion**10.7.1 Procedure**

Details of the method shall be given in the relevant detail specification and shall be generally in accordance with 9.2.7 of IEC 61169-1.

10.7.2 Requirements

At the conclusion of the test duration, the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Insertion loss.

10.7.3 Information to be given in the detail specification

- a) Requirements for insulation resistance and insertion loss.
- b) Whether the connectors are mated or unmated.

10.8 Salt mist and sulphur dioxide tests**10.8.1 Procedure**

When these tests are required, they shall be selected from IEC 60068. Severities are to be given in the relevant detail specification.

10.8.2 Prescriptions

A l'issue de la période de rétablissement, le cordon doit être conforme aux prescriptions relatives aux essais suivants, sauf indication contraire dans la spécification particulière appropriée correspondante:

- a) Résistance d'isolement.
- b) Examen visuel.
- c) Pertes d'insertion.

10.8.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Prescriptions relatives à la résistance d'isolement et aux pertes d'insertion.
- b) Si les connecteurs sont accouplés ou désaccouplés.

10.9 Essais à la poussière

10.9.1 Objet

Déterminer si les effets de l'exposition à la poussière dégradent les caractéristiques de fonctionnement du cordon et en particulier la fonction du mécanisme de couplage.

10.9.2 Procédure

Les détails concernant une enceinte d'essai type permettant la réalisation de cet essai sont fournis en 10.9.5. La poussière doit être constituée par une fine poudre de silice selon la description en 10.9.5.

Le ou les spécimens secs avec connecteurs accouplés, panneau arrière de connecteurs fixes et extrémités libres de câble protégés, le cas échéant, contre la pénétration de poussière, doivent être placés dans l'enceinte en simulant l'altitude normale de fonctionnement. (Si l'altitude normale de fonctionnement est indéfinie, le ou les spécimens doivent être positionnés à l'altitude la plus défavorable).

Aucune partie d'un spécimen ne doit être située à moins de 150 mm des côtés, de la partie supérieure ou inférieure de l'enceinte ou d'un autre spécimen durant l'essai.

Chaque cycle d'essai doit durer 15 min et le courant d'air pendant les 2 premières secondes seulement.

Le nombre de cycles d'essai auxquels les spécimens sont exposés dépend de la sévérité de l'exposition à la poussière susceptible d'apparaître en service. Les sévérités d'essai suivantes sont recommandées.

- a) Conditions d'empoussiérage sévères: 20 cycles.
- b) Conditions d'empoussiérage modérées: 10 cycles.
- c) Conditions d'empoussiérage légères: 2 cycles.

10.9.3 Prescriptions

A la fin du dernier cycle, le ou les spécimens doivent être sortis de l'enceinte avec précaution et tout dépôt de poussière éliminé en secouant ou en soufflant légèrement. Avant de découpler les connecteurs, il faut procéder aux mesures prescrites par la spécification particulière pour déterminer une éventuelle dégradation des performances.

10.8.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable assembly shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise stated in the relevant detail specification:

- a) Insulation resistance.
- b) Visual inspection.
- c) Insertion loss.

10.8.3 Information to be given in the detail specification

- a) Requirements for insulation resistance and insertion loss.
- b) Whether the connectors are mated or unmated.

10.9 Dust tests

10.9.1 Object

To determine whether the effects of exposure to dust impair the operational performance of the cable assembly and in particular the function of the coupling mechanism.

10.9.2 Procedure

Details of a typical test cabinet for carrying out this test are given in 10.9.5. The dust medium shall be fine powdered silica as detailed in 10.9.5.

The dry specimen(s) with connectors mated and with back-of-panel portion of fixed connectors and free ends of cable protected, when appropriate, against ingress of dust shall be placed in the cabinet simulating the normal operational altitude. (If the normal operational altitude is indefinite, the specimen(s) shall be positioned in the altitude most likely to prove adverse).

No relevant part of any specimen shall be closer than 150 mm to the sides, top or bottom of the cabinet or part of another specimen during the test.

Each test cycle shall be of 15 min duration, during which the air blast shall be operated for the first 2 s only.

The number of test cycles to which the specimens will be exposed will be dependent upon the severity of exposure to dust likely to be met in service. The following are the preferred test severities:

- a) Severe dust conditions: 20 cycles.
- b) Moderate dust conditions: 10 cycles.
- c) Slight dust conditions: 2 cycles.

10.9.3 Requirements

At the conclusion of the last cycle, the specimen(s) shall be carefully removed from the chamber and any surplus dust removed by a light shaking or blowing. Before uncoupling the connector, any measurements required by the detail specification to check for deterioration in performance shall be made.

10.9.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Durée du cycle d'essai, s'il est différent de 15 min.
- b) Altitude équivalente, si elle est différente de celle couverte par les conditions atmosphériques normalisées d'essai.
- c) Nombre de cycles d'essai.
- d) Détails d'examen visuel, mécanique et électrique, et essais requis à la fin de l'épreuve, spécifiant si l'on peut utiliser un outil spécial pour faciliter le découplage d'un connecteur accouplé.
- e) Taille de particules à choisir dans le 6.1.4.2 de la CEI 60068-2-68.

10.9.5 Chambre d'essai

L'enceinte utilisée doit présenter les détails types indiqués ci-dessous. Les principales caractéristiques sont les suivantes:

- a) Une diffusion dense de la poussière doit être obtenue en l'espace de 2 s.
- b) Un panneau d'observation vitré intégré dans une porte ouvrante (avec essuie-glace commandé manuellement de l'extérieur).
- c) Les dispositifs de maintien des spécimens dans l'enceinte sont conformes aux prescriptions de la présente spécification et de la spécification particulière.
- d) Aucune augmentation de la pression atmosphérique ne doit apparaître dans l'enceinte durant l'essai et particulièrement durant les 2 premières secondes de chaque cycle.
- e) La température de la chambre d'essai doit pouvoir être élevée et maintenue à une température de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ avec une humidité relative ne dépassant pas 60 %. Elle doit être réglable afin de produire une concentration de poussière suffisante pour déposer $25\text{ g} \pm 5\text{ g}$ dans le dispositif de mesure (voir figure 8) sur une période de 5 min.
- f) Les matériaux utilisés pour la construction de l'enceinte doivent permettre d'éviter toute contamination de la poussière par des corps étrangers.
- g) Détails concernant la poudre pulvérisée: silice sec à grains de $2,5\text{ }\mu\text{m}$ à $50\text{ }\mu\text{m}$ et de $50\text{ }\mu\text{m}$ à $150\text{ }\mu\text{m}$ (cinquante/cinquante).

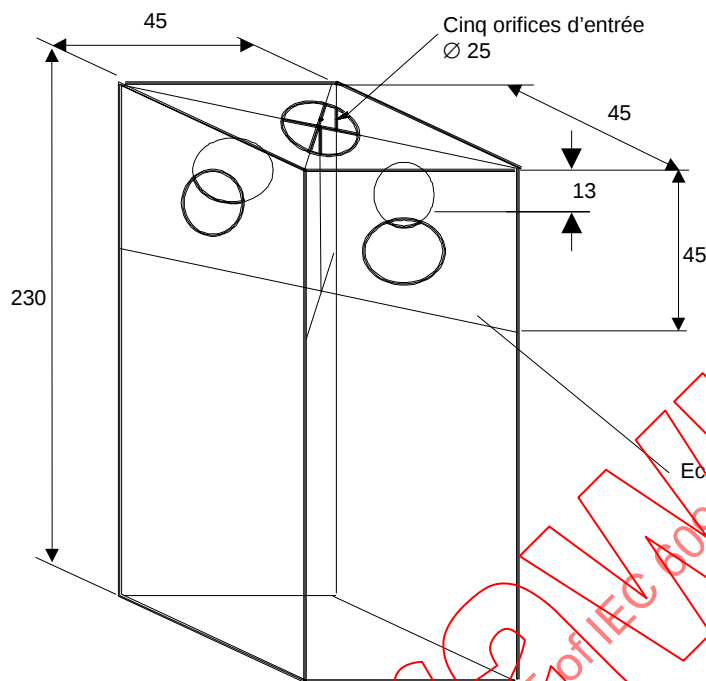
10.9.4 Information to be given in the detail specification

- a) Duration of test cycle if other than 15 min.
- b) The equivalent altitude if other than that covered by the standard atmospheric conditions for testing.
- c) Number of test cycles.
- d) Details of visual, mechanical and electric inspection and tests required at the conclusion of the conditioning including whether a special tool may be used to assist uncoupling of mated connector.
- e) Size of particles to be chosen from 6.1.4.2 of IEC 60068-2-68.

10.9.5 Test chamber

The cabinet used shall be based on the typical details given below. The essential features are:

- a) A dense diffusion of the dust shall be achieved within 2 s.
- b) A glass observation panel incorporated in an opening door (with externally hand-operated wiper).
- c) Means for holding the specimens in the cabinet in accordance with the requirements of this specification and the detail specification.
- d) There shall be no increase in air pressure within the cabinet during the test and especially during the first 2 s of each cycle.
- e) The test chamber temperature shall be capable of being raised to and maintained at a temperature of $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ with a relative humidity not exceeding 60 %. It shall be adjustable so as to produce a dust concentration sufficient to deposit $25\text{ g} \pm 5\text{ g}$ in the measuring device (see figure 8) over a period of 5 min.
- f) Materials used for the construction of the cabinet shall be such that there shall be no contamination of the dust by foreign matter.
- g) Details of the powdered medium to be as follows: dry silica with grains of $2,5\text{ }\mu\text{m}$ to $50\text{ }\mu\text{m}$ and grains of $50\text{ }\mu\text{m}$ to $150\text{ }\mu\text{m}$ (fifty/fifty).



IEC 422/99

Dimensions en millimètres

Figure 8 – Dispositif de mesure de la poussière

10.10 Inflammabilité

10.10.1 Procédure

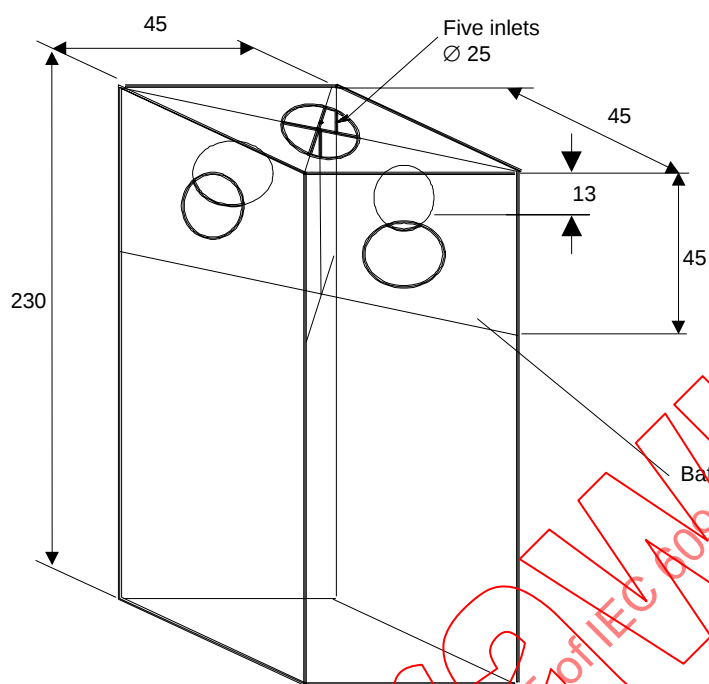
L'essai doit normalement être effectué conformément à la CEI 60332-1 sur un cordon fini. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la durée d'application de la flamme doit être dérivée de la formule donnée dans l'article 7 de la CEI 60332-1. Dans le cas de composants plastiques autres que le câble lui-même, chacun doit satisfaire à la prescription de la norme correspondante.

10.10.2 Prescriptions

- Si une inflammation se produit, le câble ne doit pas continuer à brûler pendant plus de 15 s après le retrait de la flamme.
- Les particules en flamme ne doivent jamais se détacher du câble durant l'essai.

10.10.3 Informations à donner dans la spécification particulière

Tout écart par rapport à la procédure normalisée.



IEC 422/99

*Dimensions in millimetres***Figure 8 – Dust measuring device****10.10 Flammability****10.10.1 Procedure**

The test shall normally be carried out in accordance with IEC 60332-1 on a finished cable assembly. Unless otherwise specified in the detail specification, the duration of flame application shall be derived from the formula given in clause 7 of IEC 60332-1. In case of plastic components other than the cable itself, each one shall satisfy the requirements of the relevant specification.

10.10.2 Requirements

- a) If ignition occurs, the cable shall not continue to burn for more than 15 s after removal from the flame.
- b) At no time during the test shall burning particles become detached from the cable.

10.10.3 Information to be given in the detail specification

Any deviation from the standard procedure.

11 Méthodes d'essai spécialisées

Les méthodes d'essai spécialisées, applicables à un groupe spécifié de cordons, doivent être prescrites dans la spécification intermédiaire correspondante.

12 Séquences des essais

Les séquences des essais doivent être définies dans les spécifications intermédiaires et particulières appropriées.

NOTE – Les sous-familles typiques consistent en cordons HF fabriqués à partir d'un type de câble spécifique, par exemple souple ou semi-rigide, de connecteurs HF de conception normalisée par la CEI ou d'une conception particulière et ayant des caractéristiques particulières, par exemple de précision ou à écran renforcé.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60966-1:1999

11 Specialized test methods

Specialized test methods, applicable to a specific group of cable assemblies only, shall be specified in the relevant sectional specification.

12 Test schedules

Testing schedules shall be defined in sectional and relevant detail specifications.

NOTE – Typical sub-families consist of RF cable assemblies manufactured from a specific type of cable, for example, flexible or semi-rigid, RF-connectors of an IEC standardized or proprietary design, and having specific characteristics, for example precision or super-screened.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60966-1:1999

Withd 2024

Annexe A (normative)

Méthodes d'essai pour la détermination des pertes d'insertion

A.1 But

Déterminer les pertes d'insertion d'un cordon HF.

A.2 Méthodes d'essai

Cette annexe illustre trois méthodes d'essai permettant de déterminer les pertes d'insertion d'un cordon HF. Il est préférable que le matériel d'essai présente la même impédance caractéristique nominale que le cordon en essai. Si ce n'est pas possible, les méthodes d'essai 1 et 2, indiquées en A.2.1 et A.2.2, peuvent uniquement être utilisées en appliquant la formule de correction et les procédures décrites dans l'article A.3.

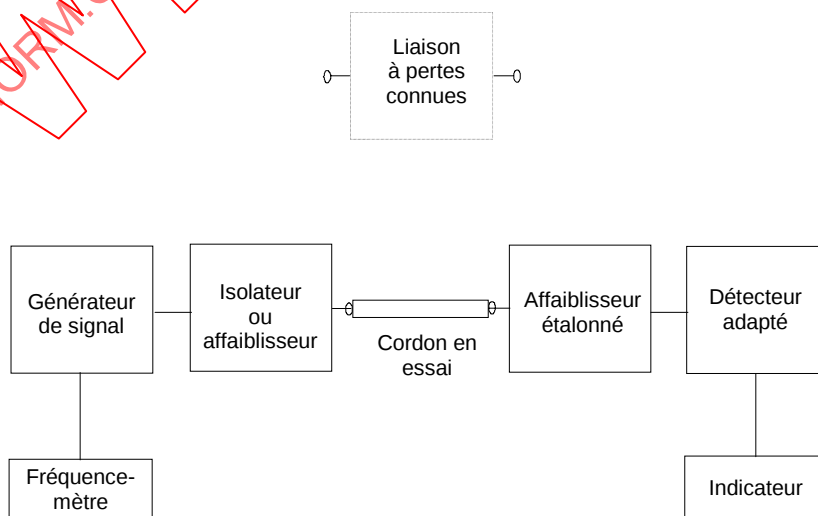
La méthode d'essai 3 est adaptée uniquement aux cordons HF présentant des pertes d'insertion inférieures à leurs pertes par réflexion.

Il peut être nécessaire d'utiliser des adaptateurs entre le matériel d'essai et le cordon en essai. Ils doivent être considérés comme partie intégrante du matériel d'essai et doivent être laissés dans le circuit lorsque le cordon est supprimé dans le cadre de la procédure d'essai. Cependant, si un cordon possède des connecteurs tels que les adaptateurs ne puissent pas être couplés ensemble si l'on enlève le cordon, il est possible de laisser un ou plusieurs adaptateurs sur le cordon. Dans ce cas, la spécification particulière correspondante doit tenir compte de l'adaptateur ou des adaptateurs.

A.2.1 Méthode d'essai 1

A.2.1.1 Procédure d'examen

Le cordon est contrôlé dans le circuit d'essai comme indiqué dans la figure A.1.



IEC 423/99

Figure A.1 – Circuit permettant de déterminer les pertes d'insertion

Annex A (normative)

Test methods for insertion loss determination

A.1 Purpose

To determine the insertion loss of an RF cable assembly.

A.2 Test methods

Three test methods for the determination of the insertion loss of an RF cable assembly are described in this annex. The test equipment should have the same nominal characteristic impedance as the cable assembly under test. If this is not possible, test methods 1 and 2, given in A.2.1 and A.2.2, may only be used with the application of the correction formula and procedures given in clause A.3.

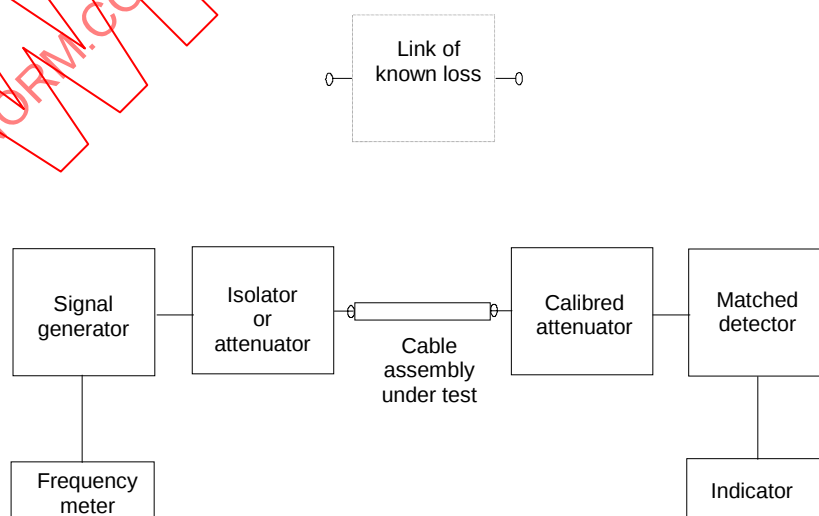
Test method 3 is only suitable for RF cable assemblies having an insertion loss smaller than their return loss.

Adapters may be required between the test equipment and the cable assembly under test. These shall be regarded as part of the test equipment and shall be left in the circuit when the cable assembly is removed as part of the test procedure. However, should a cable assembly have connectors such that the adapters cannot be coupled together when the cable assembly is removed, one or more of the adapters may be left on the cable assembly. In this case, an allowance for the adapter(s) shall be made in the relevant detail specification.

A.2.1 Test method 1

A.2.1.1 Procedure for inspection

The cable assembly is tested in the test equipment circuit as shown in figure A.1.



IEC 423/99

Figure A.1 – Circuit for the determination of insertion loss

En premier lieu, le cordon est remplacé par la liaison de pertes connues ou les deux ports d'essai sont couplés ensemble, et l'indicateur est réglé sur une valeur adaptée (c'est-à-dire inférieure à la valeur maximale). Le cordon est inséré entre les ports d'essai, et l'affaiblisseur étalonné est ensuite réglé sur une quantité égale à la limite du cordon, moins les pertes connues de la liaison le cas échéant. Le relevé de l'indicateur ne doit pas être inférieur à la valeur fixée. De cette façon, on est assuré que les pertes d'insertion du cordon ne sont pas supérieures à la valeur spécifiée.

A.2.1.2 Procédure de mesure

Le cordon est contrôlé dans le circuit d'essai comme indiqué dans la figure A.1. L'indicateur est réglé sur une valeur adaptée (c'est-à-dire inférieure à la valeur maximale). Le cordon est ensuite enlevé et le relevé de l'indicateur est replacé sur la valeur de réglage au moyen de l'affaiblisseur étalonné et, si nécessaire, la liaison de pertes connues.

A.2.1.3 Acceptation

Les pertes d'insertion du cordon ne doivent pas être supérieures à la valeur spécifiée.

A.2.1.4 Précautions

- a) Les pertes par réflexion au niveau des deux ports d'essai peuvent détériorer la mesure et doivent être prises en compte (voir article A.3).
- b) Il faut soigneusement éviter qu'une puissance trop élevée n'endommage le détecteur.
- c) L'oscillateur doit être suffisamment pur ou filtré pour garantir que les essais ne soient compromis par aucun harmonique ou signal parasite.
- d) Voir article A.2 concernant l'utilisation d'adaptateurs.

First the cable assembly is either replaced by the link of known loss or the two test ports are coupled together and the indicator set to a suitable value (i.e. less than the maximum). The cable assembly is inserted between the test ports and the calibrated attenuator is then backed off by an amount equal to the cable assembly limit, less the known loss of the link if used. The indicator reading shall not be less than the set value. This ensures that the insertion loss of the cable assembly is not more than the specified value.

A.2.1.2 Procedure for measurement

The cable assembly is tested in the test equipment circuit as shown in figure A.1. The indicator is set to a suitable value (i.e. less than the maximum). The cable assembly is then removed and the indicator reading is returned to the set value using the calibrated attenuator and if necessary the link of known loss.

A.2.1.3 Acceptance

The insertion loss of the cable assembly shall be no greater than the specified value.

A.2.1.4 Precautions

- a) The return losses at the two test ports may impair measurement and shall be taken into account (see clause A.3).
- b) Care shall be taken to ensure that too much power does not damage the detector.
- c) The oscillator shall be sufficiently pure or filtered, to ensure that neither harmonics nor spurious signals compromise the tests.
- d) See clause A.2 regarding the use of adapters.

A.2.2 Méthode d'essai 2

Cette méthode d'essai peut être utilisée pour des cordons présentant une impédance caractéristique nominale identique à celle du matériel d'essai (c'est-à-dire pour des cas de fortes pertes par réflexion) ainsi que pour des cordons présentant des impédances caractéristiques nominales différentes (c'est-à-dire pour des cas de faibles pertes par réflexion).

A.2.2.1 Procédure

Le circuit d'essai est présenté en figure A.2, dans lequel le détecteur V est connecté à la sortie du coupleur directionnel ou du pont au travers d'adaptateurs, si nécessaire.

En fonction des pertes par réflexion du port d'essai, l'étalonnage est réalisé soit par amplitude, soit par amplitude et phase (de fortes pertes par réflexion nécessitent un étalonnage d'amplitude seulement, tandis que de faibles pertes par réflexion nécessitent un étalonnage d'amplitude et de phase conformément à l'article A.3). Le cordon est inséré entre la sortie du coupleur directionnel ou le pont et le détecteur V, en utilisant des adaptateurs, si nécessaire. L'affaiblissement est déterminé sur l'analyseur d'amplitude en balayage.

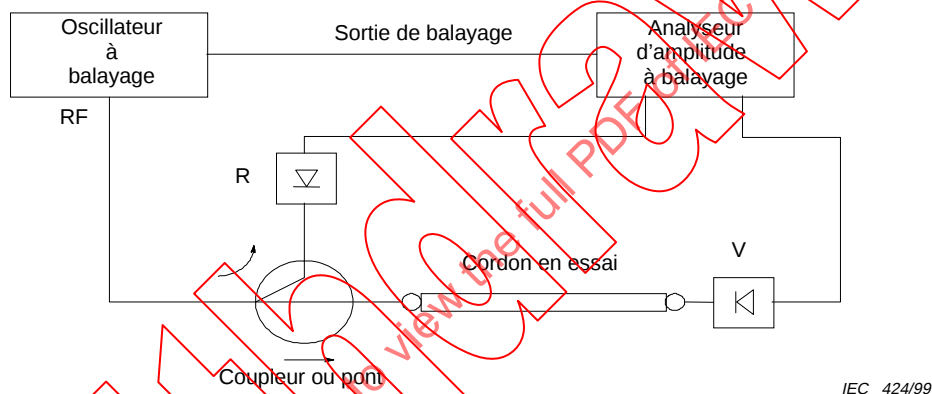


Figure A.2 – Circuit permettant de déterminer les pertes d'insertion

Si l'on dispose d'une puissance suffisante, ou si les systèmes présentent une sensibilité suffisante, le circuit de remplacement présenté en figure A.3 peut être utilisé.

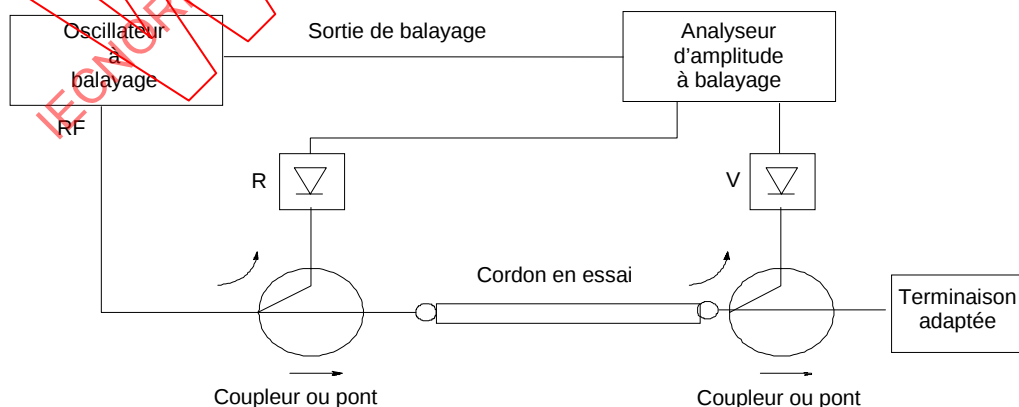


Figure A.3 – Circuit de remplacement permettant de déterminer les pertes d'insertion

A.2.2 Test method 2

This test method may be used for cable assemblies having the same nominal characteristic impedance as the test equipment (i.e. for high return loss cases) as well as for cable assemblies having different nominal characteristic impedances (i.e. for low return loss cases).

A.2.2.1 Procedure

The test circuit is shown in figure A.2 whereby the detector V is connected to the output of the directional coupler or bridge through adapters as necessary.

Depending upon the test port return losses, calibration is made either by amplitude or by amplitude and phase (high return loss requires amplitude calibration only, while low return loss requires amplitude and phase calibration in accordance with clause A.3). The cable assembly is inserted between the output of the directional coupler or bridge and the detector V, using adapters if necessary. The attenuation is determined on the swept amplitude analyzer.

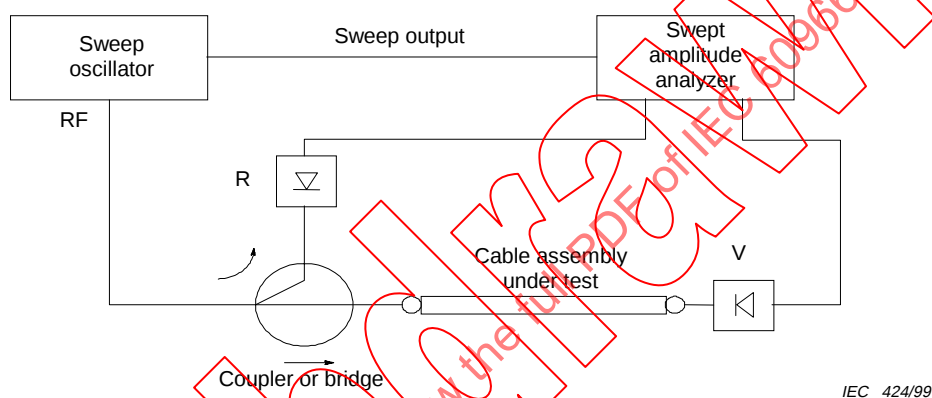


Figure A.2 – Circuit for the determination of insertion loss

If sufficient power is available or if there is sufficient sensitivity in the systems, the alternative circuit shown in figure A.3 may be used.

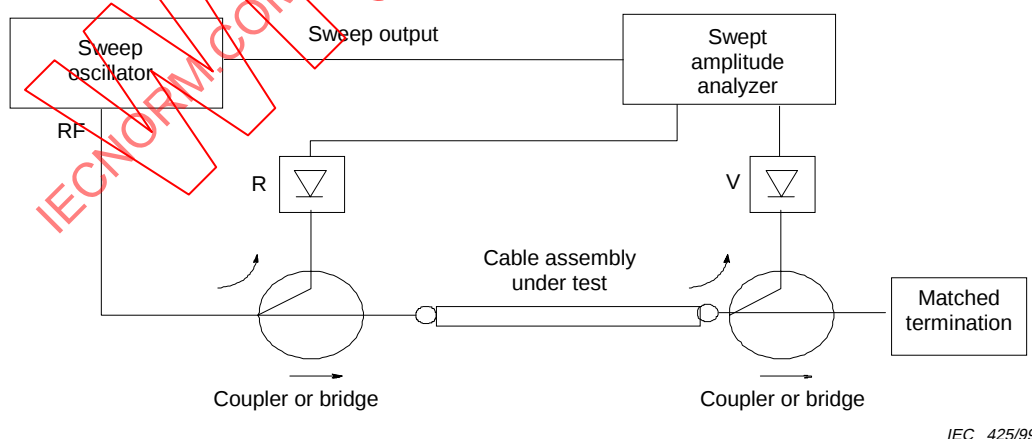


Figure A.3 – Alternative circuit for the determination of insertion loss

A.2.2.2 Acceptation

Les pertes d'insertion du cordon ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées.

A.2.2.3 Précautions

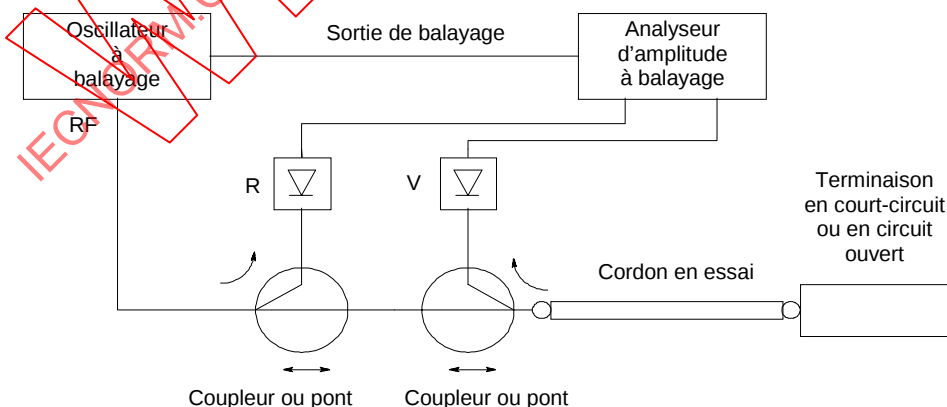
- Les pertes par réflexion au niveau des deux ports d'essai peuvent détériorer la mesure et doivent être prises en compte (voir article A.3). En particulier, il peut être nécessaire de placer un affaiblisseur présentant une faible réflexion devant le détecteur V.
- L'étalonnage du système doit prendre en compte la dépendance du coupleur par rapport à la puissance,
- L'oscillateur doit être suffisamment pur ou filtré pour garantir que les essais ne soient compromis par aucun harmonique ou signal parasite.
- Dans les systèmes à balayage analogique, la vitesse de balayage en fréquence de l'oscillateur à balayage doit être suffisamment faible par rapport à la réponse de l'analyseur d'amplitude pour obtenir une détermination précise des pertes d'insertion. En particulier, elle doit être suffisamment faible pour des cordons présentant:
 - des résonances, pouvant être très pointues, associées à des pertes par réflexion structurelles dans le cordon;
 - des réflexions multiples entre les extrémités du cordon ou les ports d'essai.
- Dans les systèmes avec fréquence à réglage numérique par paliers, les paliers doivent être suffisamment minces pour permettre une détermination précise des pertes d'insertion. En particulier, ils doivent être suffisamment minces pour s'adapter aux cas décrits dans le point d).
- Voir l'article A.2 concernant l'utilisation d'adaptateurs.

A.2.3 Méthode d'essai 3

Il est possible d'utiliser une méthode à double flux si les pertes d'insertion du cordon sont inférieures à ses pertes par réflexion et que la largeur de bande d'essai est suffisante. Cette prescription exclut les essais de cordons non adaptés.

A.2.3.1 Procédure

La disposition du circuit d'essai est présentée à la figure A.4.



IEC 426/99

Figure A.4 – Circuit à double flux permettant de déterminer les pertes d'insertion

A.2.2.2 Acceptance

The insertion loss of the cable assembly shall be no greater than that specified.

A.2.2.3 Precautions

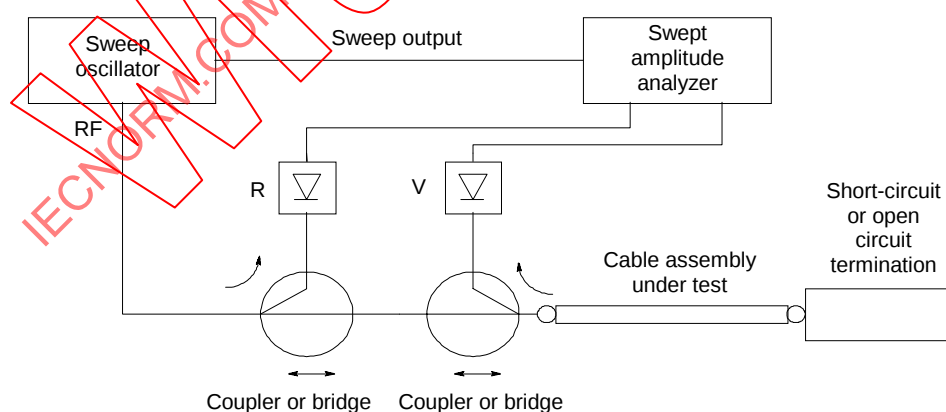
- a) The return losses at the two test ports may impair measurement and shall be taken into account (see clause A.3). In particular, an attenuator having a low reflection may be required in front of the detector V.
- b) The calibration of the system shall take into account the power dependence of the coupler.
- c) The oscillator shall be sufficiently pure or filtered, to ensure that neither harmonics nor spurious signals compromise the tests.
- d) In analogue-swept systems the frequency scan rate of the sweep oscillator shall be sufficiently slow in relation to the amplitude analyzer response to obtain an accurate determination of the insertion loss. In particular, it shall be slow enough for cable assemblies in which there are:
 - 1) resonances, which can be very sharp, associated with structural return loss in the cable assembly;
 - 2) multiple reflections between the ends of the cable assembly or the test ports.
- e) In digitally stepped frequency systems, the steps shall be sufficiently fine for an accurate determination of the insertion loss. In particular, they shall be fine enough for the cases described in item d).
- f) See clause A.2 regarding the use of adapters.

A.2.3 Test method 3

A double-pass method of test may be used if the insertion loss of the cable assembly is smaller than its return loss and the test bandwidth is sufficient. This requirement precludes the testing of unmatched cable assemblies.

A.2.3.1 Procedure

The layout of the test circuit is shown in figure A.4.



IEC 426/99

Figure A.4 – Double-pass circuit for the determination of insertion loss

Les niveaux pour V/R à 0 dB et pour tout autre affaiblissement requis sont établis sur la gamme de fréquences prescrite avec des terminaisons disposées comme suit sur le port de coupleur directionnel ou les adaptateurs:

- a) court-circuit;
- b) circuit ouvert.

La moyenne en décibels de ces deux niveaux a) et b) doit être prise comme niveau de référence.

Le cordon est ensuite couplé au coupleur directionnel en utilisant des adaptateurs si nécessaire et des niveaux d'affaiblissement sont obtenus avec les terminaisons de court-circuit et de circuit ouvert. La moyenne en décibels de deux plots obtenus avec les différentes terminaisons correspond au double des pertes d'insertion du cordon en essai.

A.2.3.2 Acceptation

Les pertes d'insertion du cordon ne doivent pas être supérieures à la valeur spécifiée.

A.2.3.3 Précautions

- a) Les pertes d'insertion au niveau du port d'essai et la directivité du coupleur directionnel ou la directivité apparente du pont détériorent la mesure et doivent être prises en compte (voir article A.3).
- b) La largeur de bande d'essai doit être suffisante pour assurer la fiabilité de la moyenne des plots.
- c) L'étalonnage du système doit prendre en compte la dépendance du coupleur par rapport à la puissance.
- d) L'oscillateur doit être suffisamment pur ou filtré pour garantir que les essais ne soient compromis par aucun harmonique ou signal parasite.
- e) Dans les systèmes à balayage analogique, la vitesse de balayage en fréquence de l'oscillateur à balayage doit être suffisamment faible par rapport à la réponse de l'analyseur d'amplitude pour obtenir une détermination précise des pertes d'insertion. En particulier, elle doit être suffisamment faible pour des cordons présentant:
 - 1) des résonances, pouvant être très pointues, associées à des pertes par réflexion structurelles dans le cordon;
 - 2) des réflexions multiples entre les extrémités du cordon ou les ports d'essai,
- f) Dans les systèmes avec fréquence à réglage numérique par paliers, les paliers doivent être suffisamment minces pour permettre une détermination précise des pertes d'insertion. En particulier, ils doivent être suffisamment minces pour s'adapter aux cas décrits dans le point e).
- g) Les pertes d'insertion du cordon doivent permettre de trouver une définition des réflexions provenant du cordon et de ses terminaisons.
- h) Dans les essais à circuit ouvert, le rayonnement provenant des contacts du centre des connecteurs ne doivent pas compromettre la précision. Si nécessaire, des terminaisons à circuit ouvert de précision (c'est-à-dire des terminaisons à circuit ouvert protégées ou à extrémités fermées) doivent être utilisées.
- j) Voir article A.2 concernant l'utilisation d'adaptateurs.

Levels for V/R at 0 dB and for any other required attenuation are established over the required frequency range with terminations on the directional coupler port or adapters as follows:

- a) short-circuit;
- b) open-circuit.

The decibel average of these two levels a) and b) shall be deemed the reference level.

The cable assembly is then coupled to the directional coupler using adapters as necessary and attenuation levels are obtained with the short- and open-circuit terminations. The decibel average of the two plots obtained with the different terminations is twice the insertion loss of the cable assembly under test.

A.2.3.2 Acceptance

The insertion loss of the cable assembly shall be no greater than the specified value.

A.2.3.3 Precautions

- a) The return loss at the test port and the directivity of the directional coupler or the apparent directivity of the bridge impair the measurement and shall be taken into account (see clause A.3).
- b) The test bandwidth shall be sufficient to provide confidence in averaging plots.
- c) The calibration of the system shall take into account the power dependence of the coupler.
- d) The oscillator shall be sufficiently pure or filtered, to ensure that neither harmonics nor spurious signals compromise the tests.
- e) In analogue-swept systems, the frequency scan rate of the sweep oscillator shall be sufficiently slow in relation to the amplitude analyzer response to obtain an accurate determination of the insertion loss. In particular, it shall be slow enough for cable assemblies in which there are:
 - 1) resonances, which can be very sharp, associated with structural return loss in the cable assembly,
 - 2) multiple reflections between the ends of the cable assembly or the test ports,
- f) In digitally stepped frequency systems, the steps shall be sufficiently fine for an accurate determination of the insertion loss. In particular they shall be fine enough for the cases described in item e).
- g) The insertion loss of the cable assembly shall permit resolution of the reflections from the cable assembly and its terminations.
- h) In open-circuit tests, radiation from the connector centre contacts shall not compromise accuracy. If necessary, precision open-circuit terminations (i.e. shielded or closed-end open-circuit terminations) shall be used.
- j) See clause A.2 regarding the use of adapters.

A.3 Correction de différences d'impédance caractéristique

Lorsque l'impédance caractéristique du matériel d'essai et du cordon diffèrent, les méthodes d'essai 1 et 2 peuvent être employées avec les formules de correction indiquées ci-dessous:

$$A = A' - \left[20 \times \log \frac{(Z_g + Z_0)}{(2 \times \sqrt{Z_g \times Z_0})} \right] - \left[20 \times \log \frac{(Z_1 + Z_0)}{(2 \times \sqrt{Z_g \times Z_1})} \right] - \left[20 \times \log \left[1 - \left(\frac{Z_g - Z_0}{Z_g + Z_0} \times \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \times e^{-2(\alpha + \beta)L} \right) \right] \right]$$

où

A représente les pertes d'insertion réelles du cordon en essai (dB);

A' représente les pertes d'insertion mesurées du cordon (dB);

Z_g est l'impédance nominale de sortie de l'isolateur/affaiblisseur du générateur (méthode d'essai 1) ou du coupleur ou pont (méthode d'essai 2) (Ω);

Z_0 est l'impédance nominale caractéristique du cordon (Ω);

Z_1 est l'impédance nominale d'entrée de l'affaiblisseur étalonné (méthode d'essai 1) ou du détecteur ou coupleur/pont (méthode d'essai 2) (Ω);

α est la constante d'affaiblissement du cordon (néper/m);

β est la constante de phase du cordon (radian/m);

L est la longueur physique du cordon (m).

Lorsque l'affaiblissement par rapport à la fréquence montre une ondulation stable résultant des réflexions multiples entre les deux ports d'essai, β peut être obtenu à partir de la formule suivante:

$$\beta = \frac{\pi \times f}{\Delta f \times L}$$

où

Δf est la différence de fréquence entre deux valeurs maximales successives ou deux valeurs minimales successives au niveau de l'ondulation d'affaiblissement à la fréquence approximative f .

Ainsi, α est approximativement égal à α' qui est obtenu à partir de la formule suivante:

$$\alpha = A'/8,686L \quad \text{néper/m}$$

Cependant, pour obtenir une meilleure précision, cette formule peut être utilisée de façon itérative en remplaçant α' par α dans l'équation ci-dessus.

A.3 Correction for characteristic impedance differences

When the characteristic impedance of the test equipment and the cable assembly differ, test methods 1 and 2 may be used with the following correction formula:

$$A = A' - \left[20 \times \log \frac{(Z_g + Z_0)}{(2 \times \sqrt{Z_g \times Z_0})} \right] - \left[20 \times \log \frac{(Z_1 + Z_0)}{(2 \times \sqrt{Z_g \times Z_1})} \right] - \left[20 \times \log \left[1 - \left(\frac{Z_g - Z_0}{Z_g + Z_0} \times \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \times e^{-2(\alpha + \beta)L} \right) \right] \right]$$

where

A is the true insertion loss of the cable assembly under test (dB);

A' is the measured insertion loss of the cable assembly (dB);

Z_g is the nominal output impedance of the generator's isolator/attenuator (test method 1) or the coupler or bridge (test method 2) (Ω);

Z_0 is the nominal characteristic impedance of the cable assembly (Ω);

Z_1 is the nominal input impedance of the calibrated attenuator (test method 1) or the detector or coupler/bridge (test method 2) (Ω);

α is the attenuation constant of the cable assembly (neper/m);

β is the phase constant of the cable assembly (radian/m);

L is the physical length of the cable assembly (m).

When the attenuation against frequency shows a consistent ripple resulting from the multiple reflections between the two test ports, β may be obtained from:

$$\beta = \frac{\pi \times f}{\Delta f \times L}$$

where

Δf is the frequency difference between either two successive maxima or two successive minima in the attenuation ripple at approximately frequency f .

Further to this, α is approximately equal to α' which is obtained from:

$$\alpha = A'/8,686L \quad \text{neper/m}$$

However, for greater accuracy, this formula may be used iteratively by substituting α for α' in the above equation.

Annexe B (informative)

Méthodes de mesure du temps de propagation

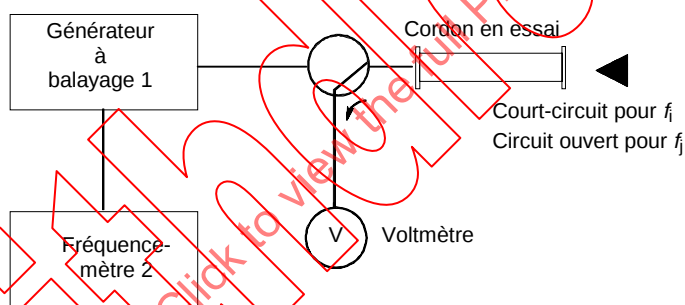
Introduction

Des méthodes sont nécessaires à la fois pour les cordons longs et pour les cordons courts. Pour les cordons longs, il est recommandé d'utiliser une méthode basée sur la résonance des ondes incidentes et réfléchies. Cette méthode de résonance est décrite à l'article B.1. Pour les cordons courts, il est recommandé d'utiliser la méthode dans le domaine temporel, décrite à l'article B.2.

B.1 Méthode de la résonance pour la mesure du temps de propagation

Les fréquences f_i de la tension minimale près de l'extrémité en court-circuit du cordon et/ou les fréquences f_j de la tension maximale d'un circuit ouvert du cordon sont mesurées. La fréquence du premier maximum ou minimum est désignée par f_1 , celle du second par f_2 , etc.

Une disposition de l'équipement convenable est donnée en figure B.1.



IEC 427/99

Figure B.1 – Disposition de l'équipement d'essai

Le temps de propagation $T_{p,n}$ à la fréquence f_i ou f_j est donné par la formule:

$$T_{p,n} = \frac{n}{f_n}$$

où $n = i$ ou j .

NOTE – Il convient que la longueur électrique du système de couplage et de l'adaptateur soit prise en compte.

La précision peut être améliorée en prenant les valeurs moyennes:

$$f_n = \frac{f_i + f_j}{2}$$

$$T_{pn} = \frac{T_{pi} + T_{pj}}{2}$$

où $n = i = j$.

Pour une meilleure précision, le câble doit avoir son extrémité avec un court-circuit ou un connecteur (circuit ouvert) ayant la même longueur électrique.

Annex B (informative)

Measuring methods for propagation time

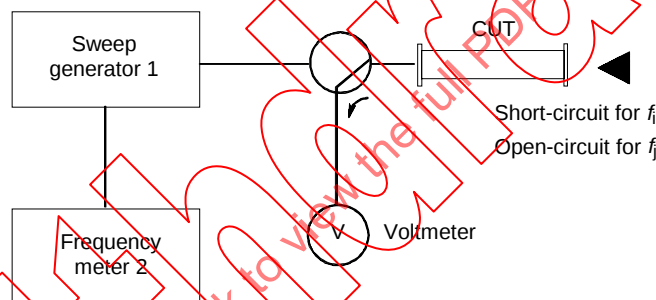
Introduction

Methods for both long and short cable assemblies are needed. For long cable assemblies a method based on resonance of forward and backward waves is recommended. This resonance method is described in clause B.1. For short cable assemblies the time domain method described in clause B.2 is recommended.

B.1 Resonance method for propagation time measurement

The frequencies f_i of the voltage minima at the near end of a short-circuited cable assembly and/or the frequencies f_j of the voltage maxima of an open-circuited cable assembly are measured. The frequency of the first maximum or minimum is designated as f_1 , the second as f_2 , etc.

A suitable equipment arrangement is given in figure B.1.



IEC 427/99

Figure B.1 – Arrangement of test equipment

The propagation time $T_{p,n}$ at frequency f_i or f_j is given by the formula:

$$T_{p,n} = \frac{n}{f_n}$$

where $n = i$ or j .

NOTE – The electrical length of the coupling device and the adapter should be taken into account.

The accuracy can be improved by taking the mean values:

$$f_n = \frac{f_i + f_j}{2}$$

$$T_{pn} = \frac{T_{pi} + T_{pj}}{2}$$

where $n = i = j$.

For best accuracy the cable shall be terminated with a short-circuited or open-circuited connector of the same electrical length.

Pour d'autres fréquences, différentes des fréquences de résonance ci-dessus, la formule suivante peut être utilisée. Les coefficients sont déterminés d'après la mesure à différentes fréquences de résonance f_n .

$$T_p = B_0 + B_{1f}^{-1/2} + B_{2f}^{-1/4} + \dots$$

B.2 Méthode du domaine temporel pour la mesure du temps de propagation

Pour un cordon court ou très court, le temps de propagation peut être déterminé par le temps de propagation d'un écho le long du câble.

Un réflectomètre dans le domaine temporel (RDT) ou un dispositif d'essai pour écho d'impulsion peuvent être utilisés. Il convient que le temps de montée du système et la largeur de l'impulsion correspondent à la résolution nécessaire.

Il convient que le temps de retard de l'écho mesuré soit divisé par 2 afin d'obtenir le temps de propagation dans le cordon. Il convient de tenir compte de la longueur électrique du court-circuit ou du circuit ouvert.

At other than the above resonance frequencies, the following formula may be used. The coefficients are determined from measurement at several resonance frequencies f_n .

$$T_p = B_0 + B_{1f}^{-1/2} + B_{2f}^{-1/4} + \dots$$

B.2 Time domain method for propagation time measurement

For a short or very short cable assembly the propagation time can be determined by the time delay of an echo through the cable.

A time domain reflectometer (TDR) or a pulse echo test set can be used. The rise time of the system and the width of the pulse should be in accordance with the resolution needed.

The measured echo delay time should be divided by a factor of 2 to obtain the propagation time of the cable assembly. Allowance should be made for the electrical length of the short-circuit or open-circuit.

Annexe C (informative)

Méthode de mesure de l'efficacité d'écran

C.1 Introduction

L'efficacité d'écran d'un cordon coaxial est fonction des propriétés d'écran de son câble, de ses connecteurs et des raccordements entre eux. L'impédance de transfert peut être mesurée par la méthode de la ligne d'injection décrite en figure C.1.

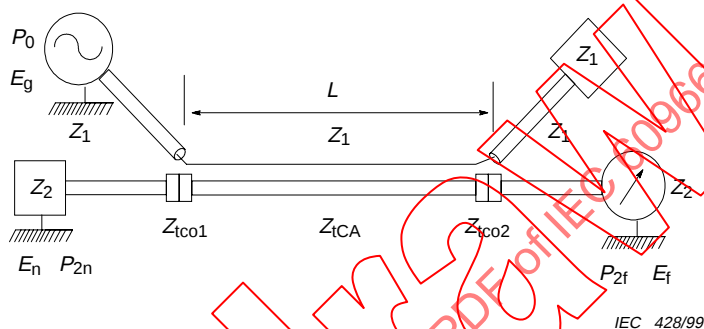


Figure C.1 – Montage de l'essai par ligne d'injection pour les cordons coaxiaux

$$T_n = \sqrt{\frac{P_{2n}}{P_0}} \quad T_f = \sqrt{\frac{P_{2f}}{P_0}}$$

Dans les formules ci-dessus, P_0 est la puissance d'entrée dans le cordon; P_{2n} et P_{2f} sont, respectivement, les puissances mesurées aux extrémités proche et éloignée du cordon.

Lorsque $Z_f = 0$, les fonctions de transfert de couplage mesurées sont:

$$T_j = \left[\left(\frac{Z_{tCA}}{2 \times Z_{12}} \times S_j(f) \right) + \left(\frac{Z_{tco1} + Z_{tco2}}{2 \times Z_{12}} \right) \right]$$

où $Z_{12} = \sqrt{Z_1 \times Z_2}$

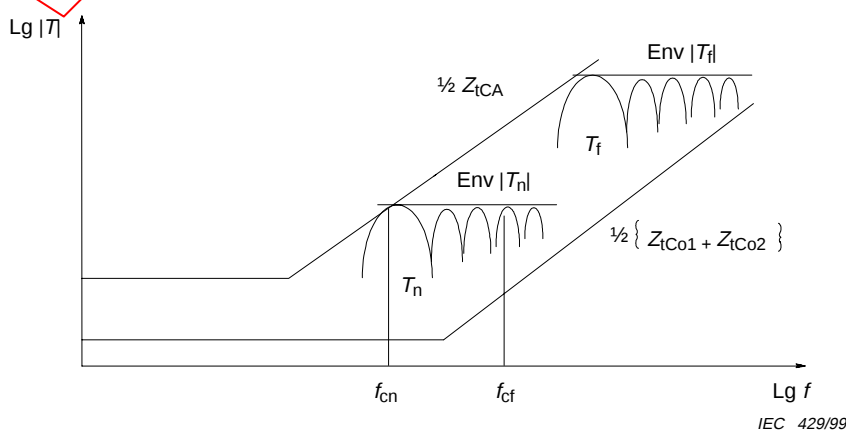


Figure C.2 – Schéma des fonctions de transfert d'un cordon coaxial

Annex C (informative)

Measurement method for screening effectiveness

C.1 Introduction

The screening effectiveness of a coaxial cable assembly is determined by the screening properties of its cable, its connectors and the joints between them. The transfer impedance may be measured by the line injection method depicted in figure C.1.

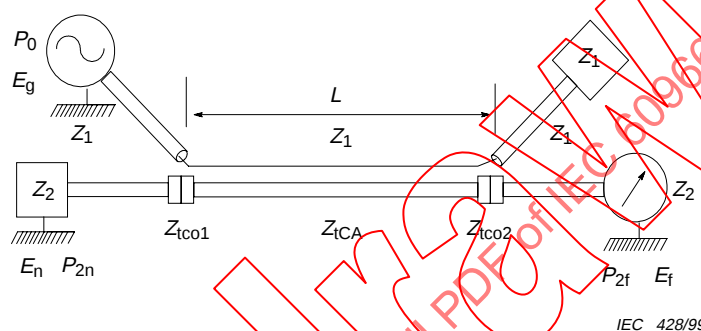


Figure C.1 – Line injection test circuit for coaxial cable assemblies

$$T_n = \sqrt{\frac{P_{2n}}{P_0}} \quad T_f = \sqrt{\frac{P_{2f}}{P_0}}$$

In these formulae, P_0 is the power input to the cable assembly; P_{2n} and P_{2f} are the measured powers from the near and far ends of the cable assembly, respectively.

When $Z_f = 0$, the measured coupling transfer functions are:

$$T_j = \left[\left(\frac{Z_{tCA}}{2 \times Z_{12}} \times S_j(f) \right) + \left(\frac{Z_{tco1} + Z_{tco2}}{2 \times Z_{12}} \right) \right]$$

where $Z_{12} = \sqrt{Z_1 \times Z_2}$

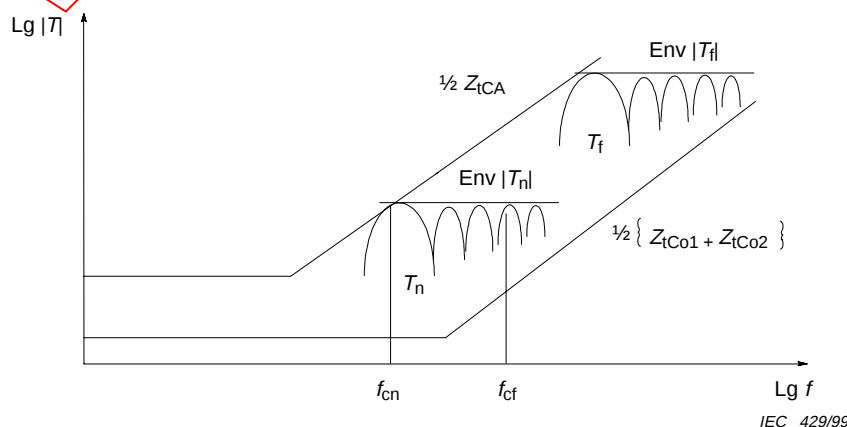


Figure C.2 – Schematic transfer functions of a coaxial cable assembly

Dans la figure C.2, le câble est électriquement long au-delà de la fréquence f_{cn} . Sur toute la gamme de fréquences les connecteurs sont considérés comme électriquement courts et la somme de leurs impédances de transfert est supposée être plus petite que celle du câble. Les impédances de transfert des connecteurs comprennent celles des raccordements.

Bien que le câble soit électriquement long aux fréquences élevées, les impédances de transfert peuvent s'ajouter sans prendre en considération la variation de phase du câble.

Dans la pratique, l'amplitude des impédances de transfert des connecteurs et du câble crée des difficultés à la fois pour décrire et mesurer l'efficacité d'écran du cordon tout entier:

- si les impédances de transfert des connecteurs sont prédominantes, normalement la fonction et l'impédance de transfert du cordon augmentent d'une manière linéaire avec la fréquence, ou
- si l'impédance de transfert du câble est prédominante, la fonction de transfert croît linéairement jusqu'à une fréquence de coupure f_c au-delà de laquelle des résonances se produisent. Les fréquences de coupure pour les fonctions de transfert aux extrémités proche et éloignée, sont différentes comme il est indiqué sur la figure C.2.

Lorsque l'impédance de transfert du câble est prédominante, les enveloppes (Env) des fonctions de transfert sont:

$$\text{Env}(|T_{11}|) \approx \frac{|Z_T + Z_L|}{2 \times Z_{12} \times \left(1 + \frac{1}{f_{cf}^n}\right)}$$

où

$$f_{cf}^n = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_{r2} \pm \sqrt{\epsilon_{r1}}} \times \pi L} = \frac{v_{\pm}}{\pi \times L} \quad \text{et} \quad v_{\pm} = \frac{C}{\frac{1}{v_{r2}} \pm \frac{1}{v_{r1}}}$$

Il convient de noter que, à la fois, l'impédance de transfert effective et l'affaiblissement d'écran dépendent de la longueur du câble.

Dans toutes les formules ci-dessus, il est clair que l'impédance de transfert du câble est toujours prédominante.

C.2 Méthode d'essai

La méthode de la ligne d'injection qui convient aux câbles coaxiaux, peut être également utilisée pour mesurer l'efficacité d'écran des cordons coaxiaux. Le montage complet pour un cordon est donné en figure C.3.

Pour des mesures à des fréquences au-delà de 100 MHz, le circuit d'injection a besoin de remplir les trois conditions bien définies suivantes:

- l'impédance caractéristique est constante sur toute la longueur de la section à l'essai;
- l'impédance caractéristique est adaptée aux instruments de mesure, et
- les pertes d'insertion sont faibles ou mesurables.

Pour la réalisation de la ligne d'injection, un ou plusieurs fils parallèles peuvent être utilisés, les deux extrémités de l'ensemble de ces fils étant reliées aux conducteurs centraux des câbles coaxiaux d'alimentation.

In figure C.2, the cable is electrically long above frequency f_{cn} . The connectors are considered electrically short over the whole frequency range and the sum of their transfer impedances is assumed to be smaller than that of the cable. The transfer impedances of the joints are included in the transfer impedances of the connectors.

In spite of the fact that the cable is electrically long at higher frequencies, the transfer impedances can be added together without taking into account the phase shift of the cable.

In practice, the magnitude of the transfer impedances of the connectors and cable create difficulties in both describing and measuring the screening effectiveness of the complete cable assembly if:

- the transfer impedances of the connectors dominate, the transfer function and transfer impedance of a cable assembly will normally increase linearly with the frequency; or
- the transfer impedance of the cable dominates, the linearly increasing transfer function has a cut off frequency f_c above which resonances occur. The cut off frequencies for the near and far end transfer functions are different as shown in figure C.2.

When the transfer impedance of the cable dominates, the envelopes (Env) of the transfer functions are:

$$\text{Env}(|T_{ji}|) \approx \frac{|Z_f + Z_t|}{2 \times Z_{12} \times \left(1 + \frac{1}{f_{cn}^2}\right)}$$

where

$$f_{cf}^n = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_{r2} \pm \sqrt{\epsilon_{r1}}} \times \pi L} = \frac{v_{\pm}}{\pi \times L} \quad \text{and} \quad v_{\pm} = \frac{C}{\left| \frac{1}{v_{r2}} \pm \frac{1}{v_{r1}} \right|}$$

It should be noted that both the effective transfer impedance and the screening attenuation include the effect of the cable length.

In the formulae above, it is assumed that the transfer impedance of the cable is always dominant.

C.2 Test method

The line injection method, which is satisfactory for coaxial cables, can also be used for measuring the screening effectiveness of a coaxial cable assembly. The full circuit for a coaxial cable assembly is given in figure C.3.

For measurements at frequencies above 100 MHz, the injection circuit needs to fulfil three well-defined conditions:

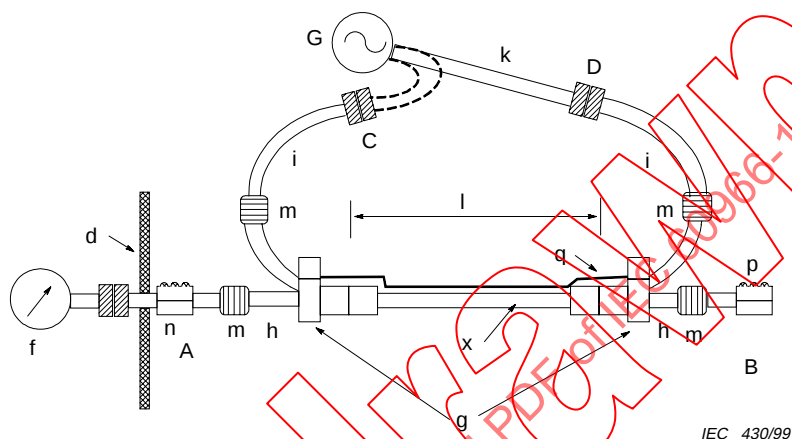
- constant characteristic impedance over the length of the test section;
- characteristic impedance matched to test instruments; and
- low or measurable insertion loss.

For the construction of the injection line, one or several parallel wires may be used with both ends of all wires connected to the central conductors of the coaxial feeder cables.

L'impédance caractéristique de la ligne d'injection doit être égale à celle des câbles d'alimentation, du générateur et de la charge.

Le montage décrit autorise la permutation du générateur et de la charge adaptée du circuit d'injection pour des mesures proches ou éloignées, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de manipuler le cordon à mesurer.

Les détails complets relatifs à cette méthode de mesure sont donnés dans l'article 12 de la CEI 61196-1.



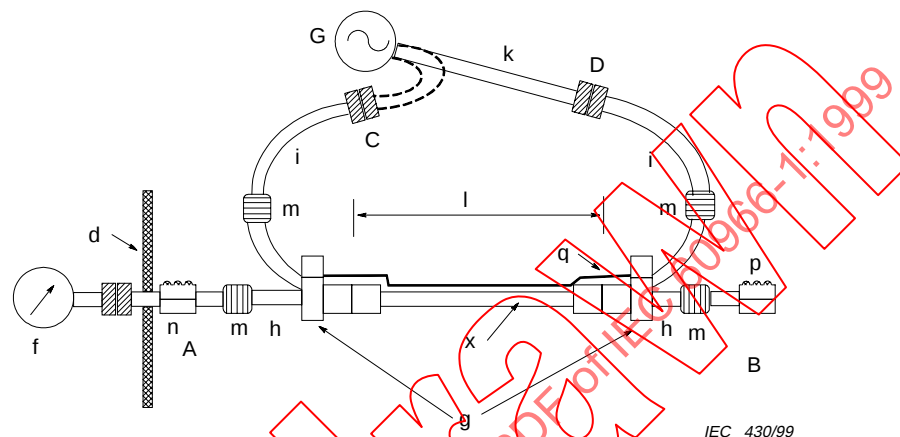
- A circuit d'essai du cordon extrémité éloignée relatif à l'entrée D (ou circuit extrémité proche relatif à l'entrée C)
- B circuit d'essai du cordon extrémité proche relatif à l'entrée D (ou circuit extrémité éloignée relatif à l'entrée C)
- C circuit d'injection extrémité éloignée (ou extrémité proche)
- D circuit d'injection extrémité proche (ou extrémité éloignée)
- x cordon à mesurer
- d paroi de la cage de Faraday avec traversée coaxiale soigneusement blindée
- G générateur (synthétiseur, générateur de poursuite, etc.)
- f récepteur (analyseur de spectre, analyseur de réseau, etc.)
- g raccordement aux fils d'injection
- h écran supplémentaire en laiton des câbles raccordés au cordon à mesurer
- i câbles d'alimentation du fil d'injection (à pertes faibles de longueur approximative 0,5 m chacun)
- k câble d'alimentation venant du générateur
- l longueur du cordon
- m anneaux de ferite (longueur de chaque bloc 100 mm environ)
- n écran supplémentaire pour connexion entre cage de Faraday et cordon à mesurer
- p écran supplémentaire de la charge du cordon à mesurer
- q ligne d'injection

Figure C.3 – Installation complète pour mesurer pratiquement l'efficacité d'écran

The characteristic impedance of the injection line shall be equal to that of the feeder cables, the generator and the load.

With the arrangement described, the generator and matched load on the injection circuit may be exchanged to perform either near or far end measurements, i.e. no manipulation of the cable assembly under test is required.

The full details related to this test method are given in clause 12 of IEC 61196-1.



- A is the cable assembly test circuit far end relative to input at D (alternatively, near end relative to input at C)
- B is the cable assembly test circuit near end relative to input at D (alternatively, far end relative to input at C)
- C is the injection circuit far end (alternatively, near end)
- D is the injection circuit near end (alternatively, far end)
- x is the cable assembly under test
- d is the screened room wall with well-screened coaxial feed-through
- G is the generator (synthesizer, tracking generator, etc.)
- f is the test receiver (spectrum analyzer, network analyzer, etc.)
- g is the connection to injection wires
- h is a brass tube for additional screening of the cables fitted to the cable assembly under test
- i are injection wire feeder cables (length approximately 0,5 m each, low loss)
- k is the feeder cable from generator
- l is the length of cable assembly
- m are ferrite rings (length of each block approximately 100 mm)
- n is additional screening for the connection between screened room and cable assembly under test
- p is additional screening for terminating resistance of cable assembly under test
- q is the injection line

Figure C.3 – Complete installation for practical screening effectiveness measurements

Annexe D (informative)

Sévérités recommandées pour les essais d'environnement

D.1 Introduction à la relation entre les conditions d'environnement et les sévérités d'essai

D.1.1 Généralités

Le but de l'étude environnementale est de rendre compatibles le produit et l'environnement. Il convient de prendre en compte tous les aspects économiques et techniques et définir ainsi les meilleures méthodes d'essai et les sévérités correctes permettant d'évaluer la capacité du produit à résister à l'environnement. Un programme d'essais est défini pour le produit, dans lequel la séquence d'essais ainsi que les méthodes et limites d'essai sont spécifiées.

D.1.2 Conditions d'environnement

Les conditions d'environnement doivent être évaluées par des mesures ou d'après d'autres informations disponibles de façon à pouvoir établir des valeurs caractéristiques statistiquement probables, correspondant aux plus fortes contraintes possibles. Chaque situation possède un environnement propre mais il n'est pas raisonnable de vouloir prescrire des produits individuels présentant des propriétés de résistance légèrement différentes pour chaque situation particulière. Il est nécessaire de combiner ces environnements en une classe formant une enveloppe d'environnements liés. Il est seulement nécessaire de prendre en compte les paramètres qui influencent les performances du produit. L'environnement doit couvrir toutes les conditions survenant pendant la durée de vie du produit, c'est-à-dire le stockage, le transport, l'utilisation et le traitement.

D.1.3 Essais d'environnement

Un essai d'environnement a pour but de démontrer qu'un produit placé dans des conditions d'environnement définies peut survivre sans défaillance permanente et fonctionner selon la spécification. La sévérité de l'essai à sélectionner dépend des valeurs caractéristiques obtenues pour les paramètres, le mécanisme de défaillance, le facteur de vieillissement, s'il est connu et les conséquences de la défaillance. Ces dernières sont étudiées lors de l'utilisation du produit particulier et dépendent de son application. Cela signifie que la sévérité de l'essai peut être augmentée ou diminuée en fonction de la criticité du produit. Si l'échantillonnage du produit suggère de larges variations au niveau de sa capacité de résistance à l'environnement, il est recommandé d'augmenter le niveau d'essai. Si l'on suspecte un chevauchement partiel entre la répartition des contraintes d'environnement et la résistance à l'environnement d'un lot testé, les niveaux d'essai peuvent être élevés pour clarifier ce défaut.

Il convient également de considérer les prescriptions de performances. Les performances normales sont généralement spécifiées pour toutes les fonctions primaires mais, pour des fonctions secondaires, dans des conditions extrêmes, les prescriptions peuvent être assouplies pour éviter des sur-spécifications inutiles.

Un essai d'environnement peut être réalisé dans différents buts. Dans cette spécification générique, les essais d'environnement sont intégrés dans les essais d'homologation. Dans ce cas, un essai de résistance à l'environnement démontre la capacité du produit à fonctionner sous contrainte ou à résister aux contraintes indiquées. Il existe, cependant, des limites inhérentes dues au fait que l'essai est généralement réalisé sur un petit nombre d'échantillons.

Annex D (informative)

Recommended severities for environmental tests

D.1 Introduction to the relationship between environmental conditions and severities of testing

D.1.1 General

The purpose of environmental engineering is to render the product and the environment compatible. It should take all economic and technical aspects into consideration and thereby choose the best test methods and correct severities for the evaluation of the product's ability to withstand the environment. A test program for the product is defined whereby the test sequence together with the test methods and limits are specified.

D.1.2 Environmental conditions

The environmental conditions shall be evaluated by measurements or by other information available so that statistically accurate characteristic values can be established corresponding to the highest possible constraints. Each situation has an environment of its own, but it is not reasonable to prescribe individual products having slightly different withstand properties for each individual situation. It is necessary to combine these environments into a class forming an envelope of related environments. It is only necessary to take into account those parameters that influence the performance of the product. The environment shall cover all the conditions that occur during the life of the product, i.e. storage, transportation, use and handling.

D.1.3 Environmental testing

The purpose of an environmental test is to demonstrate that a product under defined environmental conditions can survive without permanent failure and continue to function according to specification. The severity of the test to be selected will depend on the characteristic values obtained for the parameters, the failure mechanism, the ageing factor if known, and the consequences of failure. The latter will have been studied by the utilization of the particular product and depends on its application. This means that the severity of the test can be raised or lowered according to the criticality of the product. If the sampling of the product suggests wide variations in its ability to withstand the specified environment, the level of testing should be increased. If the distributions of environmental constraints and the resistance to the environment of a lot tested are suspected to partially overlap, the test levels can be raised to clarify this weakness.

The performance requirements should also be considered. Normal performance is usually specified for all primary functions but, for secondary functions, requirements may be relaxed during extreme conditions to avoid unnecessary over-specification.

An environmental test may be performed for many purposes. In this generic specification, the environmental tests are one part of the qualification approval tests. In this case, a test of resistance to the environment demonstrates the ability of the product to function under constraints or withstand stated constraints. There are, however, inherent limitations due to the fact that the tests are usually carried out on a few samples.