

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62153-4-3

Première édition
First edition
2006-03

**Méthodes d'essais des câbles métalliques
de communication –**

**Partie 4-3:
Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Impédance surfacique de transfert –
Méthode triaxiale**

Metallic communication cables test methods –

**Part 4-3:
Electromagnetic compatibility (EMC) –
Surface transfer impedance –
Triaxial method**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62153-4-3:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62153-4-3

Première édition
First edition
2006-03

**Méthodes d'essais des câbles métalliques
de communication –**

**Partie 4-3:
Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Impédance surfacique de transfert –
Méthode triaxiale**

Metallic communication cables test methods –

**Part 4-3:
Electromagnetic compatibility (EMC) –
Surface transfer impedance –
Triaxial method**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	10
4 Principe	16
5 Méthodes d'essai	16
5.1 Généralités	16
5.2 Méthode d'essai A: Court-circuit Adapté	16
5.3 Méthode d'essai B: Court-circuit - Court-circuit	18
6 Méthode d'essai A: Court-circuit Adapté	18
6.1 Échantillon en essai	18
6.2 Équipements d'essai	22
6.3 Procédure d'étalonnage	22
6.4 Montage d'essai	22
6.5 Impédance du système interne	26
6.6 Circuit d'adaptation d'impédance	28
6.7 Procédure de mesure	30
6.8 Evaluation des résultats d'essai	30
6.9 Expression des résultats d'essai	32
7 Méthode d'essai B: Court-circuit - Court-circuit	32
7.1 Échantillon en essai	32
7.2 Équipements d'essai	34
7.3 Procédure d'étalonnage	36
7.4 Montage d'essai	36
7.5 Procédure de mesure	38
7.6 Évaluation des résultats d'essai	38
7.7 Expression des résultats d'essai	40
Annexe A (informative) Préparation des échantillons	42
Annexe B (informative) Vérification de la préparation de l'échantillon avec un réflectomètre	54
Figure 1 – Définition de Z_T	12
Figure 2 – Définition de Z_F	14
Figure 3 – Préparation de l'échantillon en essai pour les câbles coaxiaux	18
Figure 4 – Préparation de l'échantillon en essai pour les câbles symétriques	18
Figure 5 – Connexion au tube	20
Figure 6 – Montage d'essai (principe)	24
Figure 7 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau (A.R.) et un diviseur de puissance (de type à deux résistances)	24
Figure 8 – Montage d'essai utilisant un générateur de signaux et un récepteur	24
Figure 9 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et le jeu d'essai paramètre S	26

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
4 Principle	17
5 Test methods	17
5.1 General	17
5.2 Test method A: Matched-Short	17
5.3 Test method B: Short-Short	19
6 Test method A: Matched-Short	19
6.1 Test sample	19
6.2 Test equipment	23
6.3 Calibration procedure	23
6.4 Test set-up	23
6.5 Impedance of inner system	27
6.6 Impedance matching circuit	29
6.7 Measuring procedure	31
6.8 Evaluation of test results	31
6.9 Expression of test results	33
7 Test method B: Short-Short	33
7.1 Test sample	33
7.2 Test equipment	35
7.3 Calibration procedure	37
7.4 Test set-up	37
7.5 Measuring procedure	39
7.6 Evaluation of test results	39
7.7 Expression of test results	41
Annex A (informative) Sample preparation	43
Annex B (informative) Verification of sample preparation with TDR	55
Figure 1 – Definition of Z_T	13
Figure 2 – Definition of Z_F	15
Figure 3 – Preparation of test sample for coaxial cables	19
Figure 4 – Preparation of test sample for symmetrical cables	19
Figure 5 – Connection to the tube	21
Figure 6 – Test set-up (principle)	25
Figure 7 – Test set-up using a network analyser (N.A.) and a power splitter (two resistors type)	25
Figure 8 – Test set-up using a signal generator and a receiver	25
Figure 9 – Test set-up using a network analyser with the S-parameter test set	27

Figure 10 – Adaptation d'impédance pour $R_1 < 50 \Omega$	28
Figure 11 – Adaptation d'impédance pour $R_1 > 50 \Omega$	30
Figure 12 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et un diviseur de puissance (de type à deux résistances)	36
Figure 13 – Montage d'essai utilisant un générateur de signaux et un récepteur	36
Figure 14 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et le jeu d'essai paramètre S	38
Figure A.1 – Câbles coaxiaux: préparation de l'extrémité A des câbles	44
Figure A.2 – Câbles coaxiaux: préparation de l'extrémité B des câbles	46
Figure A.3 – Câbles symétriques: préparation de l'extrémité A des câbles	50
Figure A.4 – Câbles symétriques: préparation de l'extrémité B des câbles	52
Figure B.1 – Résonance typique de l'extrémité A	54
Figure B.2 – Résonance typique de l'extrémité B	56

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62153-4-3:2006

Figure 10 – Impedance matching for $R_1 < 50 \Omega$	29
Figure 11 – Impedance matching for $R_1 > 50 \Omega$	31
Figure 12 – Test set-up using a network analyser and a power splitter (two resistors type).....	37
Figure 13 – Test set-up using a signal generator and a receiver	37
Figure 14 – Test set-up using a network analyser and a S-parameter test set	39
Figure A.1 – Coaxial cables: preparation of cable end A	45
Figure A.2 – Coaxial cables: preparation of cable end B	47
Figure A.3 – Symmetrical cables: preparation of cable end A.....	51
Figure A.4 – Symmetrical cables: preparation of cable end B.....	53
Figure B.1 – Typical resonance of end A.....	55
Figure B.2 – Typical resonance of end B.....	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAIS DES CÂBLES MÉTALLIQUES DE COMMUNICATION –

Partie 4-3: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Impédance surfacique de transfert – Méthode triaxiale

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 62153-4-3 a été établie par le sous-comité 46A: Câbles coaxiaux, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46A/788/FDIS	46A/811/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –**Part 4–3: Electromagnetic Compatibility (EMC) –
Surface transfer impedance – Triaxial method**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62153-4-3 has been prepared by subcommittee 46A: Coaxial cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, r.f. and microwave passive components and accessories.

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

FDIS	Report on voting
46A/788/FDIS	46A/811/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

La CEI 62153 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Méthodes d'essai des câbles métalliques de communication*:

- Partie 1-1: Electrique – Mesure de la perte par réflexions à une impulsion/échelon dans le domaine fréquentiel en utilisant la Transformée Inverse de Fourier Discrète (TIFD)
- Partie 1-2: Reflection measurement correction ¹
- Partie 4-0: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Relationship between Surface transfer impedance and Screening attenuation, recommended limits ¹
- Partie 4-1: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Introduction to electromagnetic (EMC) screening measurements ¹
- Partie 4-2: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement d'écran et de couplage – Méthode de la pince à injection
- Partie 4-3: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Impédance surfacique de transfert – Méthode triaxiale
- Partie 4-4: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation "as " up to and above 3 GHz
- Partie 4-5: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement d'écran ou de couplage – Méthode de la pince absorbante
- Partie 4-6: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Impédance de transfert de surface – Méthode d'injection de ligne
- Partie 4-7: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Méthode d'essai pour mesurer l'impédance de transfert et l'affaiblissement d'écran – ou l'affaiblissement de couplage – Méthode des tubes concentriques
- Partie 4-8: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Capacitive Coupling Admittance ¹

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

¹ A l'étude.

IEC 62153 consists of the following parts, under the general title *Metallic communication cable test methods*:

- Part 1-1: Electrical – Measurement of the pulse/step return loss in the frequency domain using the Inverse Discrete Fourier Transformation (IDFT)
- Part 1-2: Reflection measurement correction ¹
- Part 4-0: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Relationship between Surface transfer impedance and Screening attenuation, recommended limits ¹
- Part 4-1: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Introduction to electromagnetic (EMC) screening measurements ¹
- Part 4-2: Electromagnetic compatibility (EMC) – Screening and coupling attenuation – Injection clamp method
- Part 4-3: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – Triaxial method
- Part 4-4: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation "as " up to and above 3 GHz
- Part 4-5: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Coupling or screening attenuation – absorbing clamp method
- Part 4-6: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – line injection method
- Part 4-7: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) – Test method for measuring the transfer impedance and the screening – or the coupling attenuation – Tube in tube method
- Part 4-8: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Capacitive Coupling Admittance ¹

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

¹ Under consideration.

MÉTHODES D'ESSAIS DES CÂBLES MÉTALLIQUES DE COMMUNICATION –

Partie 4-3: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Impédance surfacique de transfert – Méthode triaxiale

1 Domaine d'application

L'essai détermine l'efficacité du blindage d'un câble blindé en appliquant une tension et un courant bien définis à l'écran du câble et en mesurant la tension induite pour déterminer l'impédance surfacique de transfert. Cet essai mesure seulement la composante magnétique de l'impédance de transfert.

NOTE Pour mesurer la composante électrostatique (l'impédance de couplage capacitive), il convient d'utiliser la méthode décrite dans la CEI 62153-4-8².

La méthode de mesure triaxiale convient à la gamme des fréquences jusqu'à 30 MHz pour les échantillons de 1 m de long et jusqu'à 100 MHz pour les échantillons de 0,3 m de long, ce qui correspond à une longueur électrique inférieure à 1/6 de la longueur d'onde dans l'échantillon.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-581, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

CEI 61196-1:2005, *Câbles coaxiaux de communication – Partie 1: Spécification générique – Généralités, définitions et exigences*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60050-581 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

circuit interne

circuit constitué des écrans et du ou des conducteurs de l'échantillon d'essai; ses quantités sont indiquées par l'indice 1

3.2

circuit externe

circuit constitué de la surface des écrans et de la surface interne d'un montage d'essai voisin, ses quantités sont indiquées par l'indice 2

² CEI 62153-4-8, *___Metallic communication cable test methods – Part 4-8: Electromagnetic compatibility (EMC) – Capacitive coupling admittance* (à l'étude)

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –

Part 4–3: Electromagnetic Compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – Triaxial method

1 Scope

This test determines the screening effectiveness of a shielded cable by applying a well-defined current and voltage to the screen of the cable and measuring the induced voltage in order to determine the surface transfer impedance. This test measures only the magnetic component of the transfer impedance.

NOTE To measure the electrostatic component (the capacitance coupling impedance), the method described in IEC 62153-4-8² should be used.

The triaxial method of measurement is suitable in the frequency range up to 30 MHz for a 1 m sample length and 100 MHz for a 0,3 m sample length, which corresponds to an electrical length less than 1/6 of the wavelength in the sample.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-581, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 61196-1:2005, *Coaxial communication cables – Part 1: Generic specification – General, definitions and requirements*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-581 as well as the following apply.

3.1

inner circuit

circuit consisting of the screens and the conductor(s) of the test specimen; its quantities are indicated by subscripts 1

3.2

outer circuit

circuit consisting of the screen surface and the inner surface of a surrounding test jig; its quantities are indicated by subscripts 2

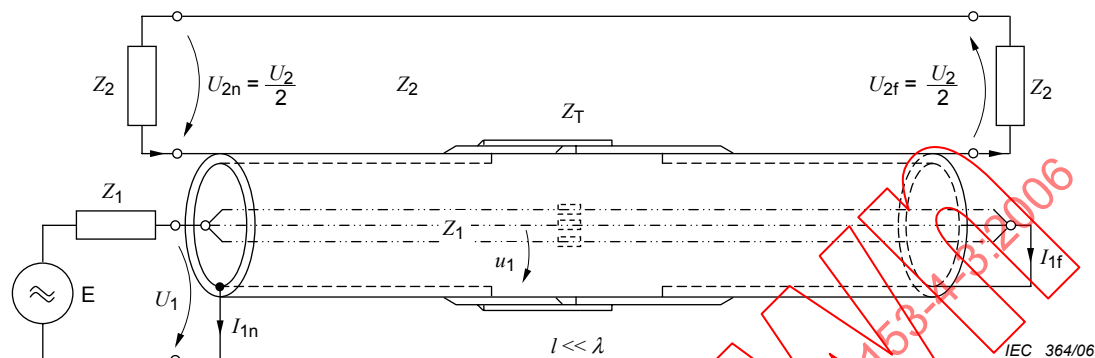
² IEC 62153-4-8, *____ Metallic communication cable test methods – Part 4-8: Electromagnetic compatibility (EMC) – Capacitive coupling admittance (under consideration)*

3.3

impédance de transfert

Z_T

quotient de la tension longitudinale induite dans le circuit externe adapté – formée par l'écran en essai et la boîte de mesure – et du courant alimentant le circuit interne ou vice versa (voir la Figure 1) [mΩ/m]



$$Z_T = \frac{U_2}{I_1}$$

où

Z_1, Z_2 est l'impédance caractéristique du circuit interne et du circuit externe;

U_1, U_2 sont les tensions du circuit interne et du circuit externe (n: extrémité proximale, f: extrémité distale);

I_1 est le courant du circuit interne (n: extrémité proximale, f: extrémité distale).

l est la longueur du câble en essai et de par ce fait la longueur de l'écran en essai;

λ est la longueur en l'espace libre.

Figure 1 – Définition de Z_T

3.4

impédance de couplage capacitif

Z_F

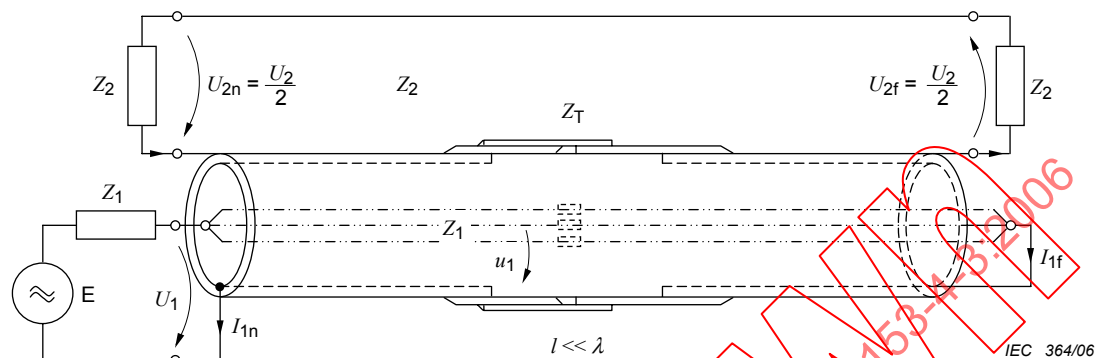
quotient du double de la tension induite sur les impédances de terminaison Z_2 du circuit externe adapté par un courant I_1 alimentant (sans retour sur l'écran) le circuit interne et le courant I_1 ou vice versa (voir Figure 2) [Ω]

3.3

transfer impedance

Z_T

quotient of the longitudinal voltage induced in the matched outer circuit – formed by the screen under test and the measuring jig – and the current fed into the inner circuit or vice versa (see Figure 1) [mΩ/m]



$$Z_T = \frac{U_2}{I_1}$$

where

Z_1, Z_2 is the characteristic impedance of the inner and the outer circuits;

U_1, U_2 are the voltages in the inner and the outer circuits (n: near end, f: far end);

I_1 is the current in the inner circuit (n: near end, f: far end).

l is the length of the cable respectively the length of the screen under test;

λ is the wavelength in free space.

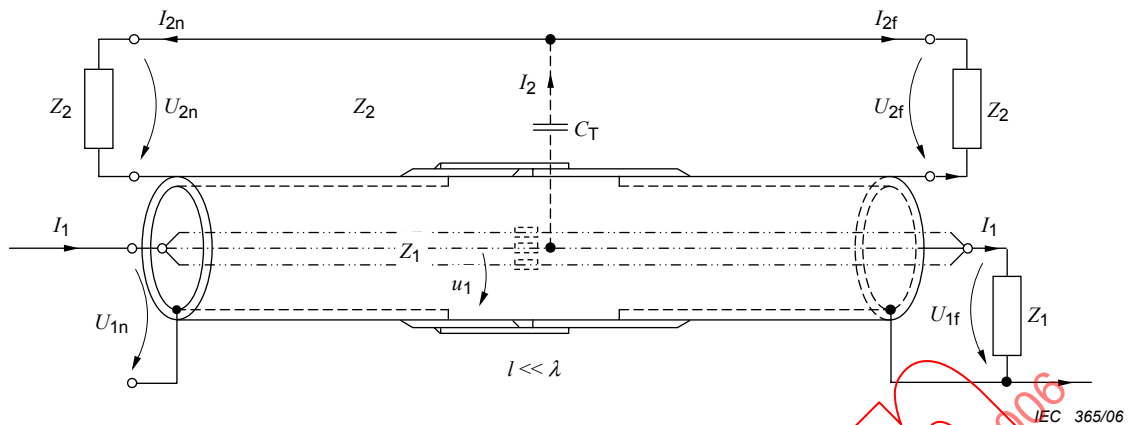
Figure 1 – Definition of Z_T

3.4

capacitive coupling impedance

Z_F

quotient of twice the voltage induced to the terminating impedance Z_2 of the matched outer system by a current I_1 fed (without retouring over the screen) to the inner circuit and the current I_1 or vice versa (see Figure 2) [Ω]



$$\begin{aligned} I_{2n} &= I_{2f} \\ U_{1n} &= U_{1f} \\ I_{2n} &= I_{2f} = (1/2) \times I_2 = I_2/2 \\ I_2 &= I_{2n} + I_{2f} \end{aligned}$$

$$Z_F = \frac{U_{2n} + U_{2f}}{I_1} = \frac{2U_{2f}}{I_1} = Z_1 Z_2 \times j\omega C_T \quad (1)$$

où

- Z_1, Z_2 est l'impédance caractéristique du circuit interne et du circuit externe;
- U_1, U_2 sont les tensions du circuit interne et du circuit externe (n: extrémité proximale, f: extrémité distale);
- I_2 est le courant du circuit externe (n: extrémité proximale, f: extrémité distale);
- C_T est la capacité de couplage.
- l est la longueur du câble en essai et de par ce fait la longueur de l'écran en essai;
- λ est la longueur en l'espace libre.

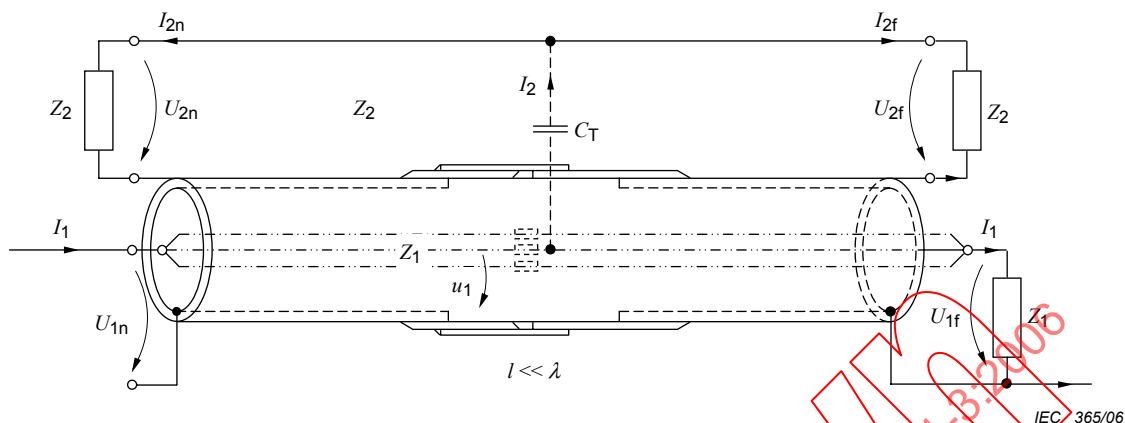
Figure 2 – Définition de Z_F

3.5 impédance de transfert efficace

Z_{TE}
valeur absolue maximale de la somme ou de la différence de Z_F et Z_T à chaque fréquence [Ω]

$$Z_{TE} = \max |Z_F \pm Z_T| \quad (2)$$

Expression en dB (Ω): $Z_{TE} [\text{dB}(\Omega)] = +20 \times \log_{10} \left(\frac{|Z_{TE}|}{1 \Omega} \right) \quad (3)$



$$\begin{aligned}
 I_{2n} &= I_{2f} \\
 U_{1n} &= U_{1f} \\
 I_{2n} &= I_{2f} = (1/2) \times I_2 = I_2/2 \\
 I_2 &= I_{2n} + I_{2f} \\
 Z_F &= \frac{U_{2n} + U_{2f}}{I_1} = \frac{2U_{2f}}{I_1} = Z_1 Z_2 \times j\omega C_T
 \end{aligned} \tag{1}$$

where

- Z_1, Z_2 is the characteristic impedance of the inner and the outer circuits;
- U_1, U_2 are the voltages in the inner and the outer circuits (n: near end, f: far end);
- I_2 is the current in the outer circuit (n: near end, f: far end);
- C_T is the coupling capacitance.

l is the length of the cable respectively the length of the screen under test;

λ is the wavelength in free space.

Figure 2 – Definition of Z_F

3.5 effective transfer impedance

Z_{TE}

maximum absolute value of the sum or difference of the Z_F and Z_T at every frequency [Ω]

$$Z_{TE} = \max |Z_F \pm Z_T| \tag{2}$$

Expression in dB (Ω):

$$Z_{TE} [\text{dB}(\Omega)] = +20 \times \log_{10} \left(\frac{|Z_{TE}|}{1\Omega} \right) \tag{3}$$

3.6

longueur de couplage

L_c

longueur de câble qui se trouve dans le montage d'essai

Le produit fréquence-longueur maximal dépend de la méthode utilisée. Il peut être calculé approximativement par les équations données ci-dessous

NOTE Une description détaillée est donnée à l'Annexe A.

Méthode A – Court-circuit Adapté:

$$(f \times L)_{3\text{dB}} \approx 80 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (4)$$

Méthode B – Court-circuit - Court-circuit:

Méthode du tube

$$(f \times L)_{3\text{dB}} \approx 30 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (5)$$

Méthode de la tresse dépouillée

$$(f \times L)_{3\text{dB}} \approx 25 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (6)$$

4 Principe

L'essai détermine l'efficacité du blindage d'un câble blindé en appliquant une tension et un courant bien définis à un écran du câble et en mesurant la tension induite pour déterminer l'impédance surfacique de transfert. Cet essai mesure seulement la composante magnétique de l'impédance de transfert. Pour mesurer la composante électrostatique (l'impédance de couplage capacitive), il convient d'utiliser la méthode décrite en 12.3 de la CEI 61196-1.

La méthode de mesure triaxiale convient à la gamme de fréquences jusqu'à 30 MHz pour les échantillons de 1 m de long et jusqu'à 100 MHz pour les échantillons de 0,3 m de long, ce qui correspond à une longueur électrique inférieure à 1/6 de la longueur d'onde dans l'échantillon.

5 Méthodes d'essai

5.1 Généralités

Les mesures doivent être réalisées à $(23 \text{ °C} \pm 3) \text{ °C}$.

La méthode d'essai détermine l'impédance de transfert d'un câble en mesurant le câble dans un montage d'essai à trois axes. Deux méthodes sont utilisées et définies comme la méthode A et la méthode B

5.2 Méthode d'essai A: Court-circuit Adapté

Dans cette méthode, le câble est fermé sur une terminaison adaptée et il est considéré comme le circuit perturbateur (c'est-à-dire qu'il est alimenté par le générateur); le système externe est court-circuité sur le côté de l'extrémité proximale sur le blindage du câble et est connecté au récepteur sur l'extrémité distale.

Cette méthode est généralement utilisée avec le montage rigide.

3.6 coupling length

L_c

the length of cable which is inside the test jig

The maximum length frequency product is dependent on the method used. It could be calculated approximately by the equations given below

NOTE A detailed description could be found in Annex A.

Method A – Matched-Short:

$$(f \times L)_{3\text{ dB}} \approx 80 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (4)$$

Method B – Short-Short:

Tube method

$$(f \times L)_{3\text{ dB}} \approx 30 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (5)$$

Milked on braid method

$$(f \times L)_{3\text{ dB}} \approx 25 \text{ MHz} \cdot \text{m} \quad (6)$$

4 Principle

The test determines the screening effectiveness of a shielded cable by applying a well-defined current and voltage to the screen of the cable and measuring the induced voltage in order to determine the surface transfer impedance. This test measures only the magnetic component of the transfer impedance. To measure the electrostatic component (the capacitance coupling impedance) the method described in 12.3 of IEC 61196-1 should be used.

The triaxial method of measurement is suitable in the frequency range up to 30 MHz for a 1 m sample length and 100 MHz for a 0,3 m sample length, which corresponds to an electrical length less than 1/6 of the wavelength in the sample.

5 Test methods

5.1 General

The measurements shall be carried out at the temperature of $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$.

The test method determines the transfer impedance of a cable by measuring the cable in a triaxial test set-up. Two methods are used and are defined as method A and method B

5.2 Test method A: Matched–Short

In this method, the cable is closed on a matched termination and is considered as the disturbing circuit (i.e. it is fed by the generator); the outer system is short-circuited on the near end side on the cable shield and connected to the receiver on the far end.

This method is usually used with the rigid set-up.

5.3 Méthode d'essai B: Court-circuit - Court-circuit

Dans cette méthode, le circuit interne et le circuit externe sont tous les deux court-circuités sur un côté. Le générateur alimente le circuit externe au niveau de l'extrémité proximale et le circuit interne (le câble en essai) est connecté au récepteur au niveau de l'extrémité distale. Dans ce montage, l'influence du couplage capacitif est supprimée par les courts-circuits dans le circuit primaire et le circuit secondaire. Il est également sensible et donc approprié pour mesurer de très faibles valeurs de l'impédance de transfert (jusqu'à $1 \mu\Omega/\text{m}$ et moins). L'utilisation d'une tresse dépouillée, comme cela est décrit en 7.1, permet de mesurer l'impédance de transfert d'un câble en essai avant, pendant et après les essais mécaniques.

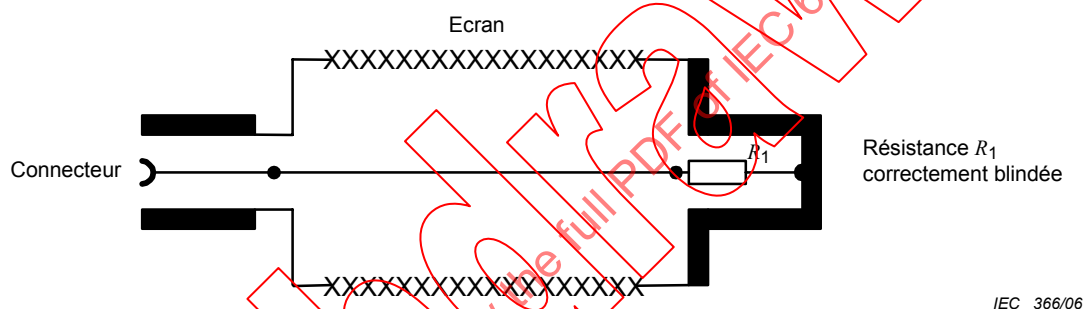
NOTE Cette méthode peut être utilisée avec le montage rigide ou le montage flexible.

6 Méthode d'essai A: Court-circuit Adapté

6.1 Échantillon en essai

6.1.1 Généralités

Les câbles coaxiaux sont préparés comme cela est représenté sur la Figure 3.

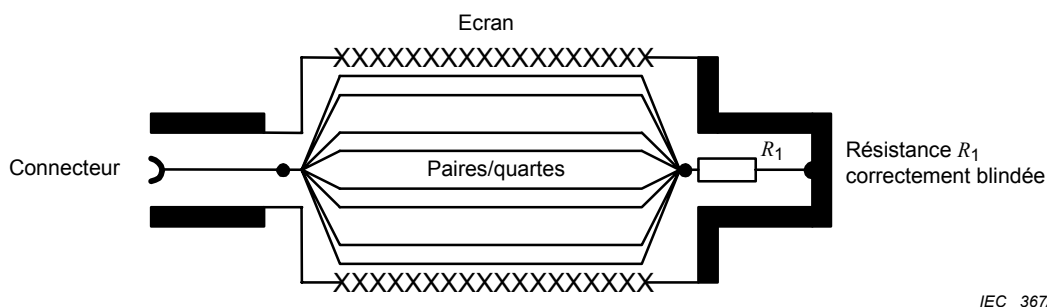


IEC 366/06

Figure 3 – Préparation de l'échantillon en essai pour les câbles coaxiaux

Une extrémité du câble coaxial est adaptée avec une résistance correctement blindée, R_1 , dont la valeur est égale à l'impédance caractéristique du système, Z_1 . L'autre extrémité est préparée avec un connecteur pour établir une connexion avec le générateur. Toutes les connexions doivent être telles que la résistance de contact RF puisse être négligée en fonction des résultats.

Les câbles symétriques blindés sont traités comme un système quasi coaxial. Ainsi, les conducteurs de toutes les paires ou quarts doivent être connectés les uns aux autres aux deux extrémités (d'autres configurations sont à l'étude). Tous les écrans, y compris ceux des paires ou des quarts blindées, doivent être connectés les uns aux autres aux deux extrémités. Les écrans doivent être connectés sur toute la circonférence.



IEC 367/06

Figure 4 – Préparation de l'échantillon en essai pour les câbles symétriques

5.3 Test method B: Short-Short

In this method, both the inner and the outer circuits are short circuited on one side. The generator feeds the outer circuit at the near end and the inner circuit (the cable under test) is connected to the receiver at the far end. In this set-up, the influence of the capacitive coupling is suppressed by the short circuits in the primary and secondary circuit. It is also very sensitive and thus suitable to measure very low values of the transfer impedance (down to $1 \mu\Omega/\text{m}$ and less). Using a milked on braid as described in 7.1 allows the measurement of the transfer impedance of cable under test before, during and after mechanical tests.

NOTE This method can be used either with the rigid or the flexible set-up.

6 Test method A: Matched-Short

6.1 Test sample

6.1.1 General

Coaxial cables are prepared as shown in Figure 3.

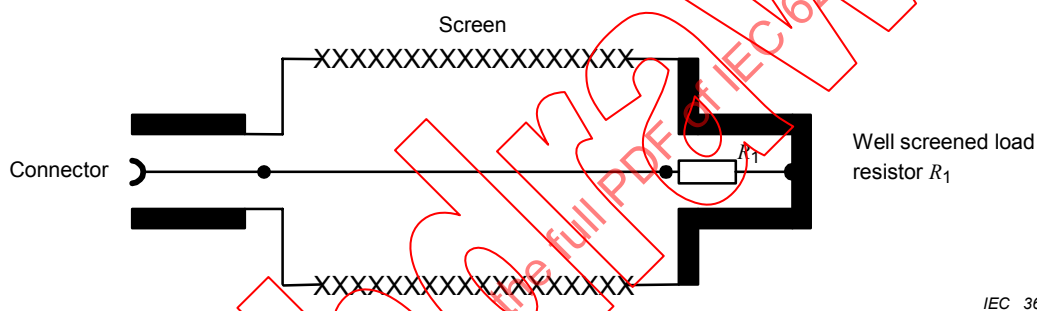


Figure 3 – Preparation of test sample for coaxial cables

One end of the coaxial cable is matched with a well-screened resistor, R_1 , the value of which is equal to the characteristic impedance of the system, Z_1 . The other end is prepared with a connector to make a connection to the generator. All connections shall be made so that the RF-contact resistance can be neglected with respect to the results.

Screened symmetrical cables are treated as a quasi coaxial system. Therefore the conductors of all pairs/quads shall be connected together at both ends (other configuration of connection are under study). All screens, including those of individually screened pairs/quads, shall be connected together at both ends. The screens shall be connected over the whole circumference.

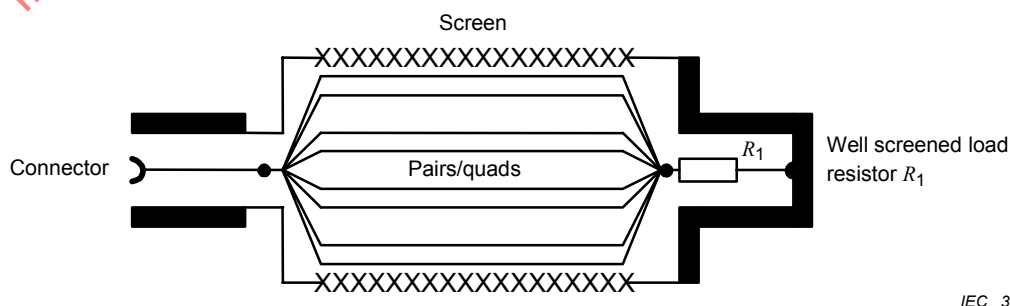


Figure 4 – Preparation of test sample for symmetrical cables

Une extrémité du système quasi coaxial est adaptée avec une résistance correctement blindée, R_1 , dont la valeur est égale à l'impédance caractéristique du système, Z_1 . L'autre extrémité est préparée avec un connecteur pour établir une connexion avec le générateur. Toutes les connexions doivent être telles que la résistance de contact RF puisse être négligée en fonction des résultats.

L'échantillon en essai doit être placé dans le montage d'essai. Le montage d'essai est un appareil de forme coaxiale triple. L'écran de câble forme à la fois le conducteur externe du système interne et le conducteur interne du système externe. Le conducteur externe du système externe est un tube correctement conducteur de métal non ferromagnétique (par exemple du laiton ou du cuivre) avec un court-circuit sur l'écran côté alimentation du câble (voir Figure 4).

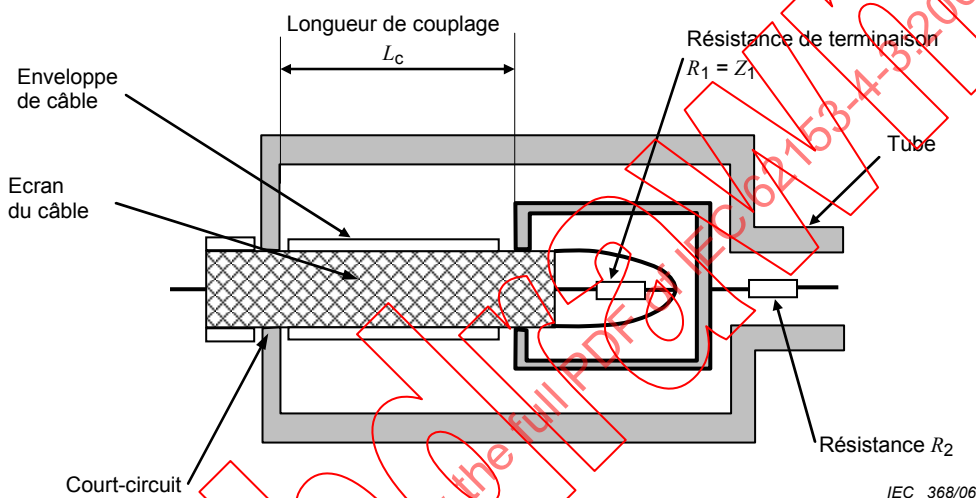


Figure 5 – Connexion au tube

6.1.2 Résistance d'amortissement R_2

Pour obtenir une bande passante la plus plate possible pour le montage en utilisant un amortissement critique, il convient d'intégrer la résistance R_2 à l'extrémité distale du circuit externe. la valeur de la résistance est:

$$R_2 = A \times 60 \ln \left(\frac{D}{d} \right) - 50 \quad (7)$$

$$A = \sqrt{2} \text{ ou } A = \sqrt{\frac{\epsilon_{r1}}{\epsilon_{r2}}}$$

où

D est le diamètre interne du tube;

d est le diamètre externe de l'écran du câble;

ϵ_{r1} est la permittivité du circuit interne;

ϵ_{r2} est la permittivité du circuit externe.

One end of the quasi coaxial system is matched with a well-screened resistor, R_1 , the value of which is equal to the characteristic impedance of the system, Z_1 . The other end is prepared with a connector to make a connection to the generator. All connections shall be made so that the RF-contact resistance can be neglected with respect to the results.

The test sample shall be fitted to the test set-up. The test set-up is an apparatus of a triple coaxial form. The cable screen forms both the outer conductor of the inner system and the inner conductor of the outer system. The outer conductor of the outer system is a well conductive tube of non-ferromagnetic metal (for example brass or copper) with a short circuit to the screen on the fed side of the cable (see Figure 4).

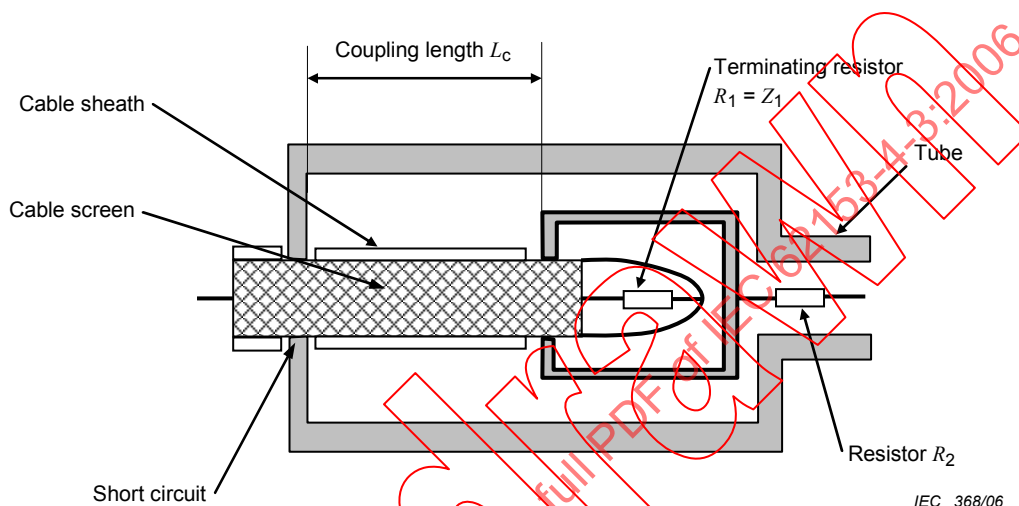


Figure 5 – Connection to the tube

6.1.2 Damping resistor R_2

To obtain the maximum flat bandwidth of the set-up by means of critical damping, the resistor R_2 should be incorporated at the far end of the outer circuit. The value of the resistor is:

$$R_2 = A \times 60 \ln \left(\frac{D}{d} \right) - 50 \quad (7)$$

$$A = \sqrt{2} \text{ or } A = \sqrt{\frac{\epsilon_{r1}}{\epsilon_{r2}}}$$

where

D is the inner diameter of tube;

d is the outer diameter of cable screen;

ϵ_{r1} is the permittivity of inner circuit;

ϵ_{r2} is the permittivity of outer circuit.

6.2 Équipements d'essai

Les mesures peuvent être effectuées en utilisant un analyseur de réseau (A.R.) ou un générateur de signaux discrets et un récepteur de mesure sélectif.

Les équipements de mesure comprennent ce qui suit.

a) Un analyseur de réseau ou

Un générateur de signal avec la même impédance caractéristique que le système coaxial du câble en essai ou avec un adaptateur d'impédance et complété d'un amplificateur de puissance, si nécessaire, pour un affaiblissement d'écran très élevé.

Un récepteur équipé d'un affaiblisseur à gradins étalonné et complété d'un amplificateur à faible bruit pour un affaiblissement d'écran très élevé.

b) Un circuit d'adaptation d'impédance si nécessaire

- côté primaire: l'impédance nominale du générateur
- côté secondaire: l'impédance nominale du câble en essai
- pertes à la réflexion: >10 dB

Les équipements optionnels sont:

c) un réflectomètre dans le domaine temporel (*Time Domain Reflectometer* – TDR) avec un temps de montée inférieur à 200 ps ou un analyseur de réseau avec une fréquence maximale de 5 GHz et pouvant fonctionner dans le domaine temporel;

d) un traceur.

6.3 Procédure d'étalonnage

La perte composite des câbles de connexion doit être mesurée dans un balayage de fréquences logarithmique sur toute la gamme de fréquences, qui est spécifiée pour l'impédance de transfert. Les données d'étalonnage doivent être sauvegardées, de sorte que les résultats puissent être corrigés.

$$a_{\text{cal}} = 20 \times \log_{10} \left| \frac{U_{\text{F,cal}}}{U_{\text{R,cal}}} \right| \quad (8)$$

où

$U_{\text{F,cal}}$ est la tension délivrée pendant la procédure d'étalonnage;

$U_{\text{R,cal}}$ est la tension au niveau du récepteur pendant la procédure d'étalonnage.

6.4 Montage d'essai

Un schéma fonctionnel du montage d'essai est représenté sur la Figure 6.

6.2 Test equipment

The measurements can be performed using a network analyser (N.A.) or alternatively a discrete signal generator and a selective measuring receiver.

The measuring equipment consists of the following.

a) A network analyser or alternatively

A signal generator with the same characteristic impedance as the coaxial system of the cable under test or with an impedance adapter and complemented with a power amplifier if necessary for very high screening attenuation.

A receiver with a calibrated step attenuator and complemented with a low noise amplifier for very high screening attenuation.

b) Impedance matching circuit if necessary

- primary side: nominal impedance of generator
- secondary side: nominal impedance of cable under test
- return loss: >10 dB

Optional equipment are:

- c) time domain reflectometer (TDR) with a rise time of less than 200 ps or network analyser with maximum frequency up to 5 GHz and time domain capability;
- d) plotter.

6.3 Calibration procedure

The composite loss of the connecting cables shall be measured in a logarithmic frequency sweep over the whole frequency range, which is specified for the transfer impedance. The calibration data shall be saved, so that the results may be corrected.

$$a_{\text{cal}} = 20 \times \log_{10} \left| \frac{U_{\text{F,cal}}}{U_{\text{R,cal}}} \right| \quad (8)$$

where

$U_{\text{F,cal}}$ is the voltage fed during calibration procedure;

$U_{\text{R,cal}}$ is the voltage at the receiver during calibration procedure.

6.4 Test set-up

A block diagram of the test set-up is shown in Figure 6.

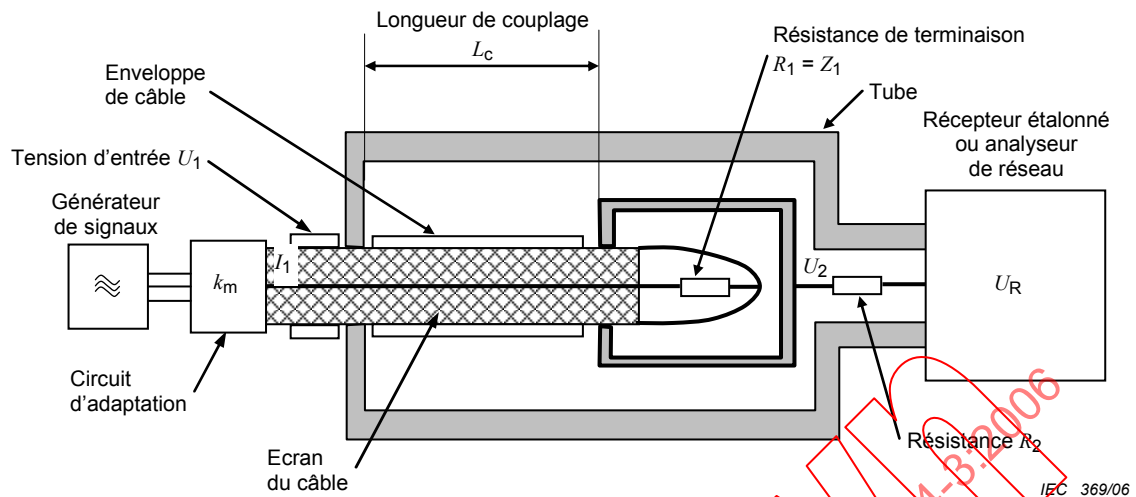


Figure 6 – Montage d'essai (principe)

I_1 courant d'entrée

U_2 tension de sortie

K_m gain en tension du circuit d'adaptation (d'impédance) (voir 6.6)

Des configurations d'essai typiques sont données aux Figures 7, 8 et 9.

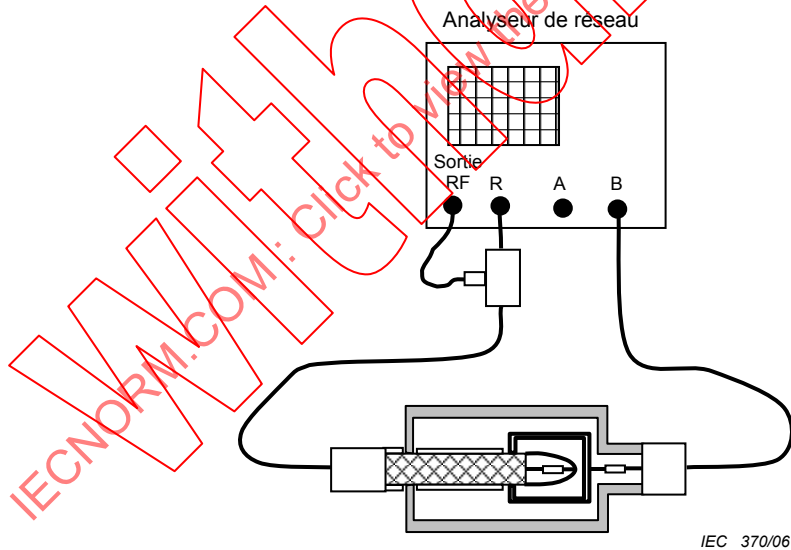


Figure 7 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau (A.R.) et un diviseur de puissance (de type à deux résistances)

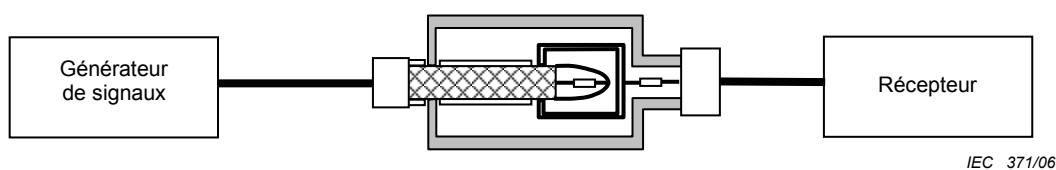


Figure 8 – Montage d'essai utilisant un générateur de signaux et un récepteur

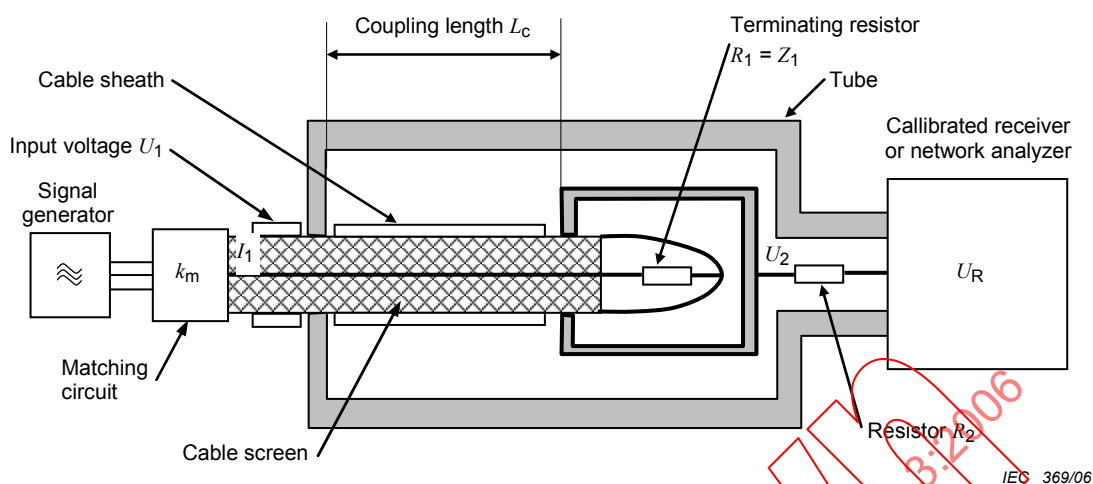


Figure 6 – Test set-up (principle)

I_1 input current

U_2 output voltage

K_m voltage gain of the (impedance) matching circuit (see 6.6)

Typical test configurations are given in Figures 7, 8 and 9

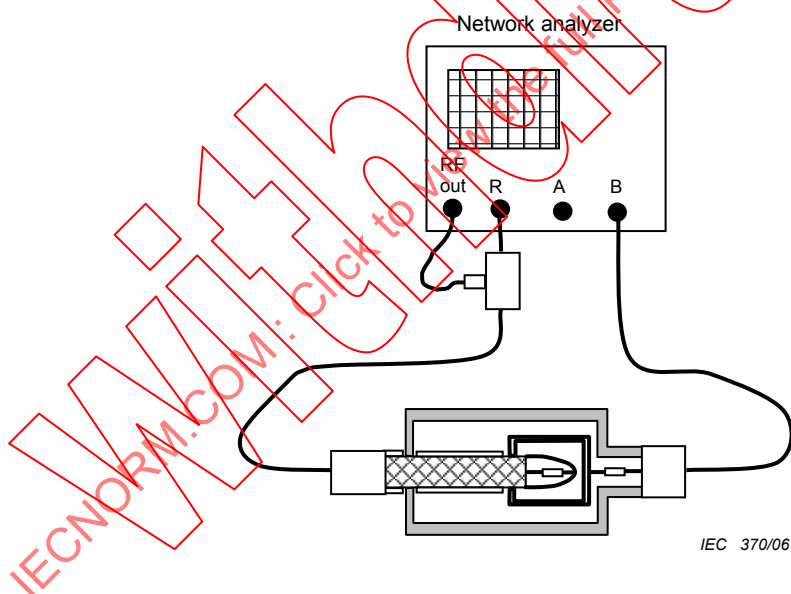


Figure 7 – Test set-up using a network analyser (N.A.) and a power splitter (two resistors type)

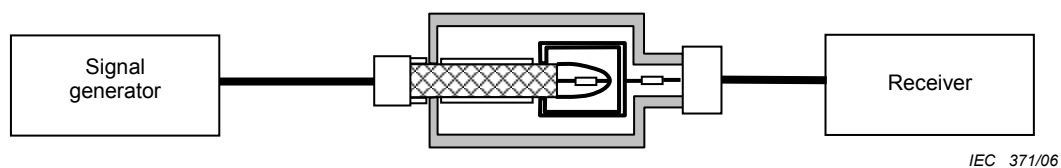


Figure 8 – Test set-up using a signal generator and a receiver

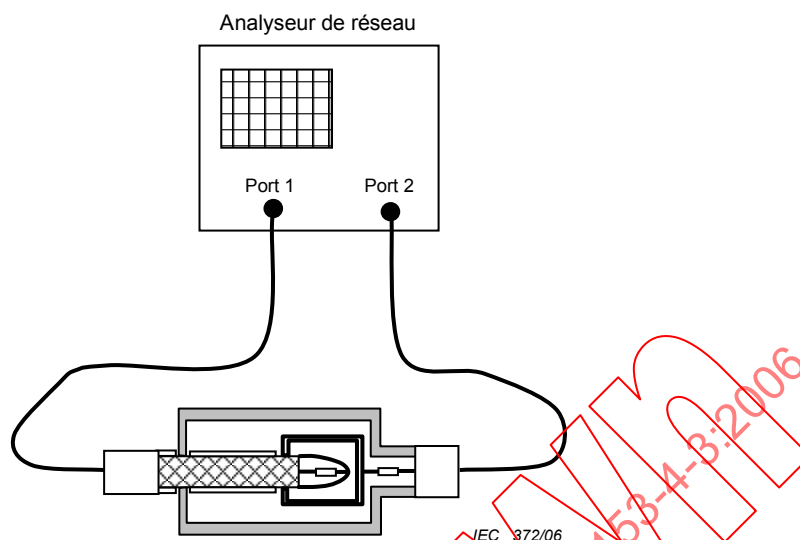


Figure 9 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et le jeu d'essai paramètre S

6.5 Impédance du système interne

Si l'impédance Z_1 du système interne n'est pas connue, elle peut être déterminée par un réflectomètre dans le domaine temporel ou en utilisant la méthode suivante avec un analyseur réseau.

Une extrémité de l'échantillon préparé est connectée à un analyseur de réseau, qui est étalonné pour des mesures d'impédance au niveau du plan de référence de l'interface connecteur. La fréquence d'essai doit être approximativement la fréquence à laquelle la longueur de l'échantillon est $1/8 \lambda$, où λ est la longueur d'onde.

$$f_{\text{test}} \approx \frac{c}{8 \times L_{\text{sample}} \times \sqrt{\epsilon_{r1}}} \quad (9)$$

où

f_{test} est la fréquence d'essai;

c est la vitesse de la lumière, 3×10^8 m/s;

L_{sample} est la longueur de l'échantillon.

L'échantillon est en court-circuit à l'extrémité distale. L'impédance Z_{short} est mesurée.

L'échantillon est laissé ouvert à l'endroit où il était en court-circuit. L'impédance Z_{open} est mesurée.

Z_1 se calcule comme suit:

$$Z_1 = \sqrt{Z_{\text{short}} \times Z_{\text{open}}} \quad (10)$$

R_1 est choisie comme valeur de résistance standard. Cette résistance est proche de Z_1 (moins de 10 %).

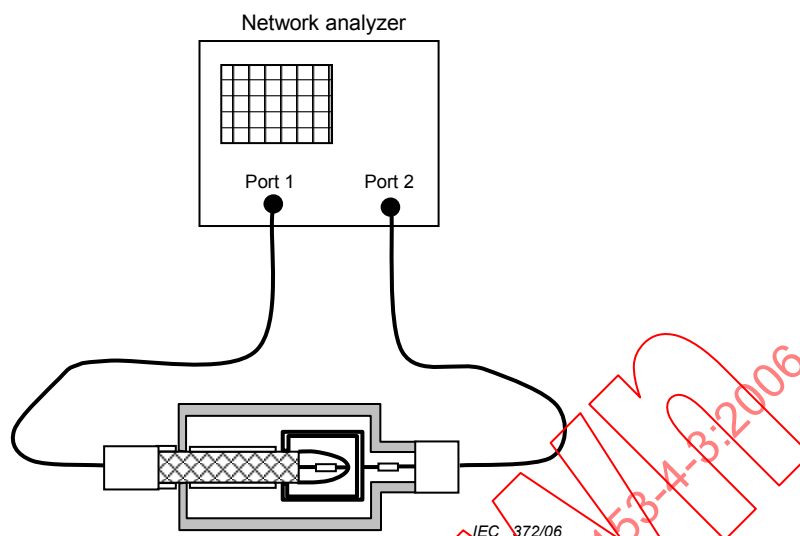


Figure 9 – Test set-up using a network analyser with the S-parameter test set

6.5 Impedance of inner system

If the impedance Z_1 of the inner system is not known, it may be determined using a TDR or using the following method with NA.

One end of the prepared sample is connected to a network analyser, which is calibrated for impedance measurements at the connector interface reference plane. The test frequency shall be the approximate frequency for which the length of the sample is $1/8 \lambda$, where λ is the wavelength.

$$f_{\text{test}} \approx \frac{c}{8 \times L_{\text{sample}} \times \sqrt{\epsilon_{r1}}} \quad (9)$$

where

f_{test} is the test frequency;

c is the speed of light, 3×10^8 m/s;

L_{sample} is the length of sample.

The sample is short-circuited at the far end. The impedance Z_{short} is measured.

The sample is left open at the same point where it was shorted. The impedance Z_{open} is measured.

Z_1 is calculated as:

$$Z_1 = \sqrt{Z_{\text{short}} \times Z_{\text{open}}} \quad (10)$$

R_1 is chosen as a standard value resistor, whose resistance is close (within 10 %) to Z_1 .

6.6 Circuit d'adaptation d'impédance

6.6.1 Généralités

Si le coefficient de réflexion entre l'impédance nominale du circuit interne et le générateur est $>0,2$, un circuit d'adaptation d'impédance est nécessaire. Il doit être mis en œuvre par un circuit à deux résistances avec une résistance série R_s et une résistance parallèle R_p (des adaptateurs commerciaux sont disponibles pour certaines combinaisons d'impédance, par exemple 50/75 Ω).

6.6.2 $Z_1 < 50 \Omega$

Si l'impédance du système interne et donc la résistance R_1 , est inférieure à 50 Ω , les formules ci-dessous sont utilisées:

$$R_s = 50 \sqrt{1 - \frac{R_1}{50}} \quad (11)$$

$$R_p = \frac{R_1}{\sqrt{1 - \frac{R_1}{50}}} \quad (12)$$

La configuration est illustrée à la Figure 10.

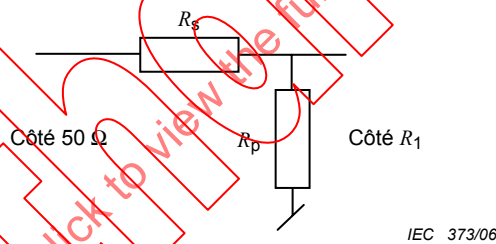


Figure 10 – Adaptation d'impédance pour $R_1 < 50 \Omega$

Le gain en tension k_m du circuit est:

$$k_m = \frac{R_1 R_p}{R_1 R_p + R_p R_s + R_1 R_s} \quad (13)$$

6.6.3 $R_1 > 50 \Omega$

Si l'impédance du système interne, et donc la résistance R_1 , est supérieure à 50 Ω , les formules ci-dessous sont utilisées:

$$R_s = R_1 \sqrt{1 - \frac{50}{R_1}} \quad (14)$$

$$R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{R_1}}} \quad (15)$$

6.6 Impedance matching circuit

6.6.1 General

If the reflection coefficient between the nominal impedance of the inner circuit and the generator is $>0,2$ an impedance matching circuit is needed. It shall be implemented as a two resistor circuit with one series resistor, R_s and one parallel resistor R_p (commercial adapters are available for some impedance combinations, for example 50/75 Ω).

6.6.2 $Z_1 < 50 \Omega$

If the impedance of the inner system, and subsequently R_1 is less than 50 Ω , the formulas below are used:

$$R_s = 50 \sqrt{1 - \frac{R_1}{50}} \quad (11)$$

$$R_p = \frac{R_1}{\sqrt{1 - \frac{R_1}{50}}} \quad (12)$$

The configuration is depicted in Figure 10.

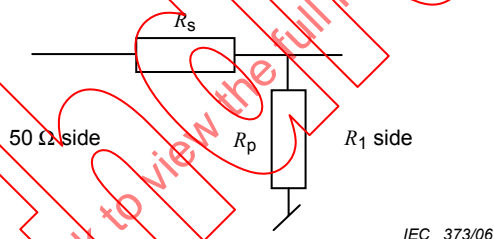


Figure 10 – Impedance matching for $R_1 < 50 \Omega$

The voltage gain, k_m , of the circuit is:

$$k_m = \frac{R_1 R_p}{R_1 R_p + R_p R_s + R_1 R_s} \quad (13)$$

6.6.3 $R_1 > 50 \Omega$

If the impedance of the inner system, and subsequently R_1 is greater than 50 Ω , the formulas below are used:

$$R_s = R_1 \sqrt{1 - \frac{50}{R_1}} \quad (14)$$

$$R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{R_1}}} \quad (15)$$

La configuration est illustrée à la Figure 11:

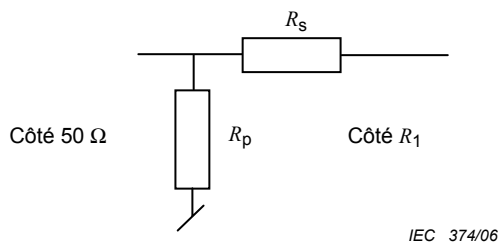


Figure 11 – Adaptation d'impédance pour $R_1 > 50 \Omega$

Le gain en tension k_m du circuit est:

$$k_m = \frac{R_1}{R_s + R_1} \quad (16)$$

6.7 Procédure de mesure

L'échantillon d'essai doit être connecté au générateur et le circuit externe (tube) au récepteur.

L'affaiblissement d'écran, a_{meas} , doit de préférence être mesuré dans un balayage de fréquences logarithmique sur toute la gamme de fréquences, qui est spécifiée pour l'impédance de transfert et aux mêmes fréquences que pour la procédure d'étalonnage:

$$a_{\text{meas}} = 20 \times \log_{10} \left| \frac{U_{F,\text{meas}}}{U_{R,\text{meas}}} \right| \quad (17)$$

où

$U_{F,\text{meas}}$ est la tension délivrée au câble en essai pendant la procédure de mesure;
 $U_{R,\text{meas}}$ est la tension au niveau du récepteur pendant la procédure de mesure.

6.8 Evaluation des résultats d'essai

Conformément à la définition:

$$Z_T \times I_c = \frac{U_2}{I_1} \quad (18)$$

où

U_2 est la tension dans le système externe;
 I_1 est le courant dans le système interne.

En se référant à la Figure 6:

$$U_{R,\text{meas}} = \frac{50}{50 + R_2} \times U_2 \quad (19)$$

The configuration is depicted in Figure 11.

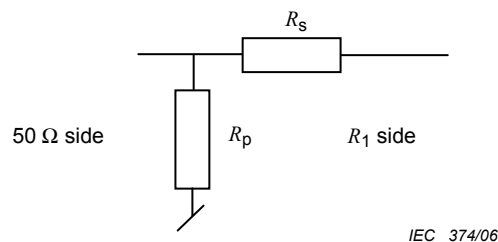


Figure 11 – Impedance matching for $R_1 > 50 \Omega$

The voltage gain, k_m , of the circuit is:

$$k_m = \frac{R_1}{R_s + R_1} \quad (16)$$

6.7 Measuring procedure

The test sample shall be connected to the generator and the outer circuit (tube) to the receiver.

The attenuation, a_{meas} , shall be preferably measured in a logarithmic frequency sweep over the whole frequency range, which is specified for the transfer impedance, and at the same frequency points as for the calibration procedure:

$$a_{\text{meas}} = 20 \times \log_{10} \left| \frac{U_{F,\text{meas}}}{U_{R,\text{meas}}} \right| \quad (17)$$

where

$U_{F,\text{meas}}$ is the voltage fed to the cable under test during measuring procedure;

$U_{R,\text{meas}}$ is the voltage at the receiver during measuring procedure.

6.8 Evaluation of test results

According to the definition:

$$Z_T \times I_c = \frac{U_2}{I_1} \quad (18)$$

where

U_2 is the voltage in the outer system;

I_1 is the current in the inner system.

With reference to Figure 6:

$$U_{R,\text{meas}} = \frac{50}{50 + R_2} \times U_2 \quad (19)$$

ou
$$U_2 = \frac{50 + R_2}{50} \times U_{R, \text{meas}} \quad (20)$$

$$I_1 = \frac{U_i}{R_1} = \frac{k_m \times U_{F, \text{meas}}}{R_1} \quad (21)$$

pour $Z_T \times L_c \ll R_1$:

$$Z_T \times L_c = \frac{U_2}{I_1} = \frac{R_1 \times (50 + R_2)}{50 k_m} \times \frac{U_{R, \text{meas}}}{U_{F, \text{meas}}} \quad (22)$$

$$Z_T = \frac{R_1 \times (50 + R_2)}{50 \times k_m \times L_c} 10^{\left\{ \frac{a_{\text{meas}} - a_{\text{cal}}}{20} \right\}} \quad (23)$$

où

- U_i est la tension d'entrée du système interne;
- Z_T est l'impédance de transfert;
- a_{meas} est l'affaiblissement mesuré par la procédure de mesure;
- a_{cal} est la perte composite mesurée par la procédure d'étalonnage;
- L_c est la longueur de couplage;
- R_1 est la résistance de terminaison dans le système interne;
- R_2 est la résistance série dans le système externe;
- k_m est le gain en tension du circuit d'adaptation.

6.9 Expression des résultats d'essai

6.9.1 Expression

Les valeurs de l'impédance de transfert sont exprimées en mΩ/m aux fréquences pour lesquelles des exigences sont spécifiées dans les spécifications de câbles appropriées.

6.9.2 Compte rendu d'essai

Le compte rendu d'essai doit enregistrer les résultats des essais comme cela est décrit en 6.9.1. Le compte rendu doit déterminer si les exigences des spécifications de câbles appropriées sont satisfaites.

7 Méthode d'essai B: Court-circuit - Court-circuit

7.1 Échantillon en essai

La longueur de l'échantillon d'essai ne doit pas dépasser 50 % de la longueur de couplage.

7.1.1 Tube rigide

Le montage avec un tube rigide est décrit à l'Article 6. Toutefois, dans cette configuration la résistance d'alimentation R_2 et la résistance de terminaison R_1 (voir Figure 5) sont remplacés par des courts-circuits.

$$\text{or} \quad U_2 = \frac{50 + R_2}{50} \times U_{R,\text{meas}} \quad (20)$$

$$I_1 = \frac{U_i}{R_1} = \frac{k_m \times U_{F,\text{meas}}}{R_1} \quad (21)$$

for $Z_T \times L_c \ll R_1$:

$$Z_T \times L_c = \frac{U_2}{I_1} = \frac{R_1 \times (50 + R_2)}{50 k_m} \times \frac{U_{R,\text{meas}}}{U_{F,\text{meas}}} \quad (22)$$

$$Z_T = \frac{R_1 \times (50 + R_2)}{50 \times k_m \times L_c} 10^{-\left\{ \frac{a_{\text{meas}} - a_{\text{cal}}}{20} \right\}} \quad (23)$$

where

U_i is the input voltage to inner system;

Z_T is the transfer impedance;

a_{meas} is the attenuation measured at measuring procedure;

a_{cal} is the composite loss measured at calibration procedure;

L_c is the coupling length;

R_1 is the terminating resistor in inner system;

R_2 is the series resistor in outer system;

k_m is the voltage gain of the matching circuit.

6.9 Expression of test results

6.9.1 Expression

The values of the transfer impedance are expressed as mΩ/m at the frequencies for which requirements are specified in the relevant cable specifications.

6.9.2 Test report

The test report shall record the test results as described in 6.9.1. The report shall conclude if requirements of the relevant cable specification are met.

7 Test method B: Short-Short

7.1 Test sample

The test sample shall have a length not more than 50 % longer than the coupling length.

7.1.1 Rigid tube

The set-up with a rigid tube is described in Clause 6. However, in this configuration the feeding resistor R_2 and the terminating resistor R_1 (see Figure 5) are replaced by short circuits.

7.1.2 Tresse dépouillée

Dans la configuration «tresse dépouillée», la dernière tresse forme le conducteur externe du système coaxial externe (voir l'Annexe A pour la préparation).

L'écran à mesurer est court-circuité avec les conducteurs internes du câble, si la résistance de contact est réduite au minimum. Dans le cas d'un écran de type tresse-papier, la connexion électrique entre le papier et le conducteur interne doit faire l'objet d'une attention particulière.

L'écran doit complètement enfermer le ou les conducteurs isolés, il doit être soudé sur 360° autour du ou des conducteurs et toutes les parties perturbées de l'écran doivent être bien soudées. Le ou les conducteurs ne doivent pas s'étendre au-delà du joint soudé et doivent être coupés. Une partie de tube thermorétractable ou d'autres matériaux appropriés doivent être appliqués sur le joint soudé pour isoler le joint.

Autour du court-circuit, pour déplacer le courant perturbateur vers l'écran en essai, un boîtier de blindage constitué d'une feuille de cuivre d'épaisseur appropriée doit être placé (les bandes de cuivre adhésives doivent être évitées) et être soudé sur l'écran en essai de telle sorte que le court-circuit entre les conducteurs internes et l'écran soit à l'intérieur. L'autre côté du boîtier de blindage doit être formé autour d'une partie de conducteur pour connecter le boîtier de blindage à la broche centrale d'un connecteur approprié (par exemple de type N).

On appellera « A » cette extrémité.

Une tresse de cuivre étamé ayant une couverture supérieure à 70 % et un angle de tresse inférieur à 30° doit être tirée sur toute la longueur du câble et sur le connecteur. La tresse externe doit être fermement connectée au connecteur, en vérifiant que le contact est formé sur 360° (par exemple en utilisant un collier de tuyau). Un tube thermorétractable ou tout autre matériau approprié doit être appliqué sur toute la longueur de la tresse externe pour garantir que la tresse externe appuie fermement et uniformément sur la gaine du câble.

À la distance de 1 m (ou 0,3 m) de la soudure entre le boîtier de blindage et l'écran en essai, la tresse externe et l'écran du câble en essai doivent être soudés ensemble sur 360°. Tout excès de tresse externe doit être retiré. Le joint entre la tresse externe et l'écran doit être isolé par un tube thermorétractable ou tout autre matériau approprié. La longueur du boîtier de blindage à l'écran et de la tresse externe aux joints de l'écran du câble est la longueur de couplage L_c .

Le câble qui dépasse doit comporter un connecteur approprié (par exemple de type N). La longueur de la partie de câble qui dépasse doit être la plus petite possible.

On appellera « B » cette extrémité.

Un réflectomètre dans le domaine temporel (ou un analyseur réseau avec la possibilité de fonctionner dans le domaine temporel) peut être utilisé pour contrôler si les connecteurs eux-mêmes ont été court-circuités accidentellement (voir Annexe B).

7.2 Équipements d'essai

Les équipements suivants peuvent être utilisés pour effectuer les mesures:

- a) un analyseur réseau avec un jeu de paramètres d'essai S ou TR;
- b) un générateur de signaux et un récepteur (par exemple un analyseur réseau avec un générateur de poursuite).

7.1.2 Milked on braid

In the configuration with the “milked on” braid, the latter forms the outer conductor of the outer coaxial system (see Annex A for the preparation).

The screen to be measured is short-circuited with the inner conductor(s) of the cable providing the contact resistance is minimised. Special attention shall be paid in the case of a foil-braid screen that a good electrical connection between foil and the inner conductor be made.

The screen shall completely enclose the insulated conductor(s), shall be soldered around 360° of the conductor(s) and all disturbed portion of the screen shall be well soldered. The conductor(s) shall not extend beyond the soldered joint and shall be trimmed. A piece of heat-shrinkable tubing or other appropriate materials shall be applied over the soldered joint to insulate it.

Around the short-circuit, to carry the disturbing current to the screen under test, a shielding case made of copper foil of a suitable thickness shall be placed (self adhesive copper tape shall be avoided) and shall be soldered on the screen under test in such a way that the short circuit between the inner conductor(s) and the screen is inside. The other side of the shielding box shall be formed around a piece of conductor to connect the shielding box to the central pin of a suitable connector (for example N type).

This end will be referred as “A” end.

A tinned copper braid having a coverage $>70\%$ and braid angle $<30^\circ$ shall be pulled over the entire length of the cable and over the connector. The outer braid shall be firmly connected to the connector, making sure that a 360° contact is formed (for example using a hose clamp). Heat shrinkable tubing or other appropriate materials shall be applied over the entire length of the outer braid ensuring that the outer braid is pressed firmly and consistently to the jacket of the cable.

At the distance of 1 m (or 0,3 m) from the location of the soldering between the shielding box and the screen under test, the outer braid and the screen of the cable under test shall be soldered together for 360° around. Any excess of the outer braid shall be removed. The joint between the outer braid and the screen shall be insulated with heat-shrinkable tubing or suitable materials. The length between the shielding box to the screen and the outer braid to cable screen joints is the coupling length L_c .

The protruding cable shall be provided with a suitable connector (for example N type). The length of the protruding part shall be as short as possible.

This end will be referred as “B” end.

A TDR (or alternatively a NA with time domain capability) can be used to check whether the connectors themselves have been inadvertently shorted out (see Annex B for details).

7.2 Test equipment

The following equipment may be used to perform the measurement:

- a) a NA with S-parameter or TR test set;
- b) a signal generator and receiver (for example spectrum analyser with tracking generator).

Les équipements optionnels sont:

- c) un réflectomètre dans le domaine temporel avec un temps de montée inférieur à 200 ps ou un analyseur de réseau avec une largeur de bande de 5 GHz et la possibilité de fonctionner dans le domaine temporel (voir Annexe B).

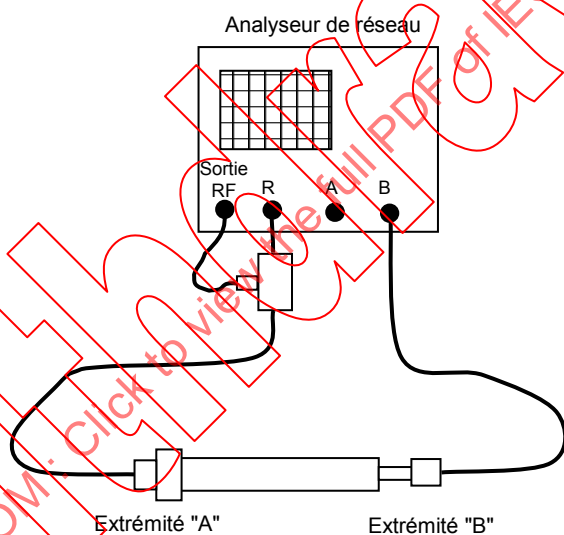
7.3 Procédure d'étalonnage

La procédure d'étalonnage est la suivante.

- a) Deux ports (dans le cas du jeu d'essai paramètre S) ou un port (dans le cas du jeu d'essai TR).
- b) La puissance de sortie du générateur de signaux doit être mesurée, en tenant compte des câbles de connexion et de l'affaiblisseur (le cas échéant).

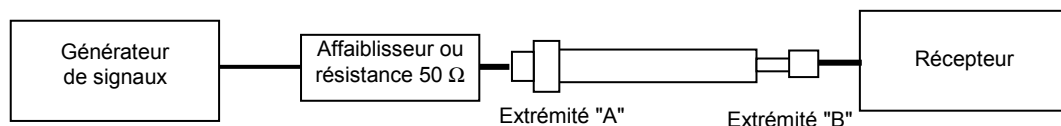
7.4 Montage d'essai

Des configurations d'essai typiques sont données aux Figures 12, 13 et 14.



IEC 375/06

Figure 12 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et un diviseur de puissance (de type à deux résistances)



IEC 376/06

Figure 13 – Montage d'essai utilisant un générateur de signaux et un récepteur

Optional equipment is:

- c) time domain reflectometer (TDR) with a rise time of less than 200 ps or 5 GHz bandwidth network analyser with time domain capability (see Annex B for details).

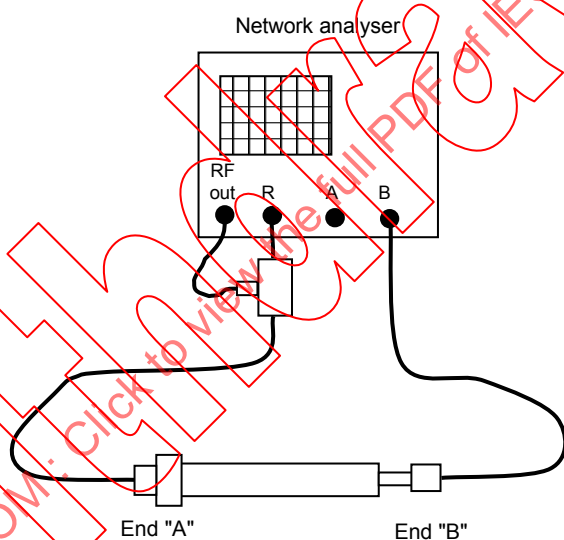
7.3 Calibration procedure

The calibration procedure is as follows.

- a) A full two port (in case of S-parameter test set) or a one path two port (in case of TR test set) shall be performed.
- b) The output power of the signal generator shall be measured, taking into account any connecting cable and the attenuator, if any.

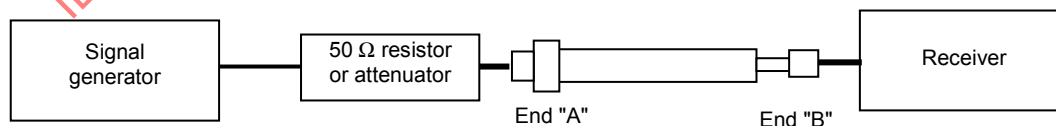
7.4 Test set-up

Typical test configurations are given in Figures 12, 13 and 14.



IEC 375/06

Figure 12 – Test set-up using a network analyser and a power splitter (two resistors type)



IEC 376/06

Figure 13 – Test set-up using a signal generator and a receiver

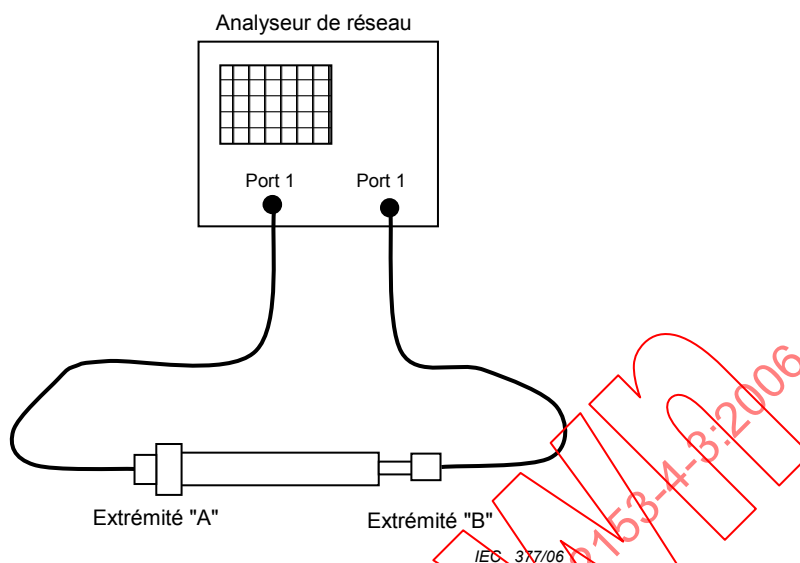


Figure 14 – Montage d'essai utilisant un analyseur de réseau et le jeu d'essai paramètre S

7.5 Procédure de mesure

La puissance est délivrée au circuit externe (extrémité A) et la puissance induite est mesurée dans le circuit interne (extrémité B):

- L'extrémité A de l'échantillon doit être attachée au générateur de signaux; l'extrémité B de l'échantillon doit être attachée au récepteur. Un affaiblisseur de 10 dB ou une résistance de 50 Ω peut être inséré entre la sortie du générateur de signaux et l'extrémité A de l'échantillon pour éviter de surcharger le générateur.
- L'extrémité A de l'échantillon doit être attachée au port 1 de l'analyseur réseau; l'extrémité B de l'échantillon doit être attachée au port 2.

7.6 Évaluation des résultats d'essai

L'impédance de transfert peut être calculée comme suit:

$$a) \quad Z_T = \frac{R_{\text{gen}}}{2 \times L_c} |S_{21}| \quad (24)$$

$$b) \quad Z_T = \frac{R_{\text{gen}}}{2 \times L_c} \sqrt{\frac{P_m}{P_{\text{ref}}}} \quad (25)$$

où

R_{gen} est l'impédance caractéristique du jeu d'essai (le générateur de signaux et le récepteur), en Ω ;

L_c est la longueur de couplage (m);

P_m est la puissance mesurée;

P_{ref} est la puissance de référence.

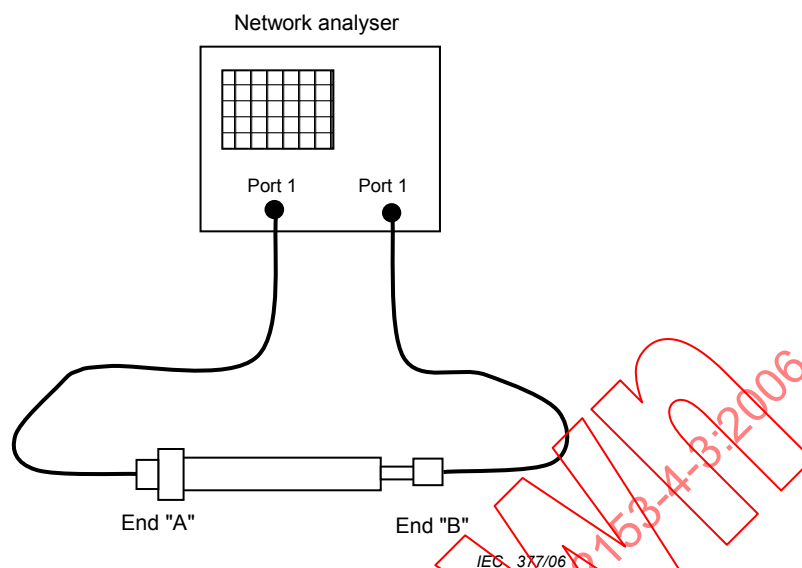


Figure 14 – Test set-up using a network analyser and a S-parameter test set

7.5 Measuring procedure

The power is fed to the outer circuit (A end) and the induced power is measured in the inner circuit (B end):

- The “A” end of the sample shall be attached to the signal generator; end “B” of the sample shall be attached to the receiver. An attenuator of 10 dB or a 50 Ω resistor may be inserted between the output of the signal generator and the end “A” of the sample to avoid overloading the generator.
- The “A” end of the sample shall be attached to the port 1 of NA; end “B” of the sample shall be attached to the port 2.

7.6 Evaluation of test results

The transfer impedance may be calculated from:

$$a) \quad Z_T = \frac{R_{\text{gen}}}{2 \times L_c} |S_{21}| \quad (24)$$

$$b) \quad Z_T = \frac{R_{\text{gen}}}{2 \times L_c} \sqrt{\frac{P_m}{P_{\text{ref}}}} \quad (25)$$

where

R_{gen} is the characteristic impedance of the test set (both signal generator and receiver), in Ω;

L_c is the coupling length (m);

P_m is the measured power;

P_{ref} is the reference power.

7.7 Expression des résultats d'essai

7.7.1 Expression

Les valeurs de l'impédance de transfert sont exprimées en $m\Omega/m$ aux fréquences pour lesquelles des exigences sont spécifiées dans les spécifications de câbles appropriées.

7.7.2 Compte rendu d'essai

Le compte rendu d'essai doit enregistrer les résultats des essais comme cela est décrit en 7.7.1. Le compte rendu doit déterminer si les exigences des spécifications de câbles appropriées sont satisfaites.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62153-4-3:2006

7.7 Expression of test results

7.7.1 Expression

The values of the transfer impedance is expressed as $\text{m}\Omega/\text{m}$ at the frequencies for which requirements are specified in the relevant cable specifications.

7.7.2 Test report

The test report shall record the test results as described in 7.7.1. The report shall conclude if requirements of the relevant cable specification are met.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62153-4-3:2006

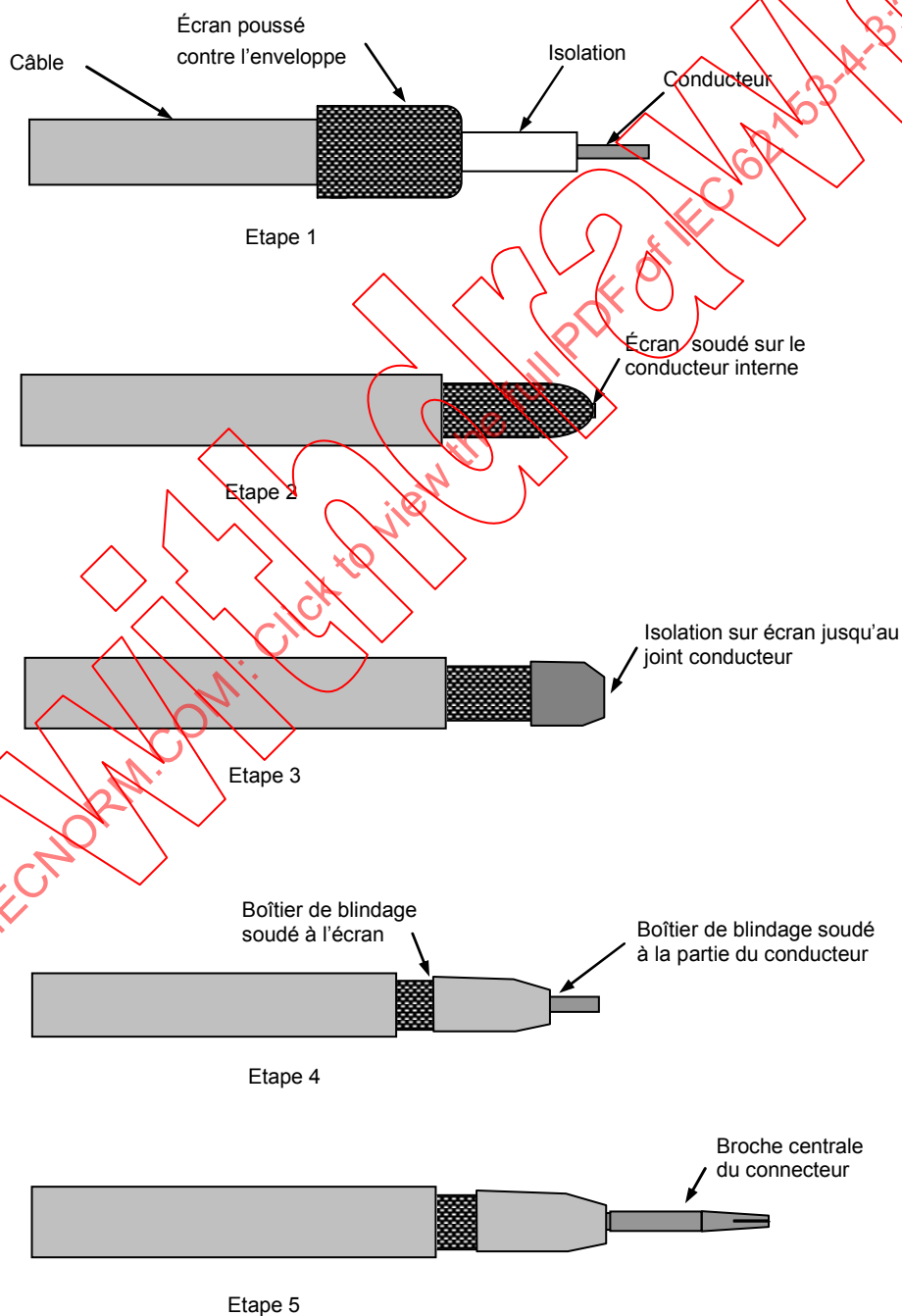
Withd 2011

Annexe A (informative)

Préparation des échantillons

A.1 Câbles coaxiaux

Les différentes étapes de la préparation d'un échantillon coaxial sont données aux Figures A.1 et A.2.

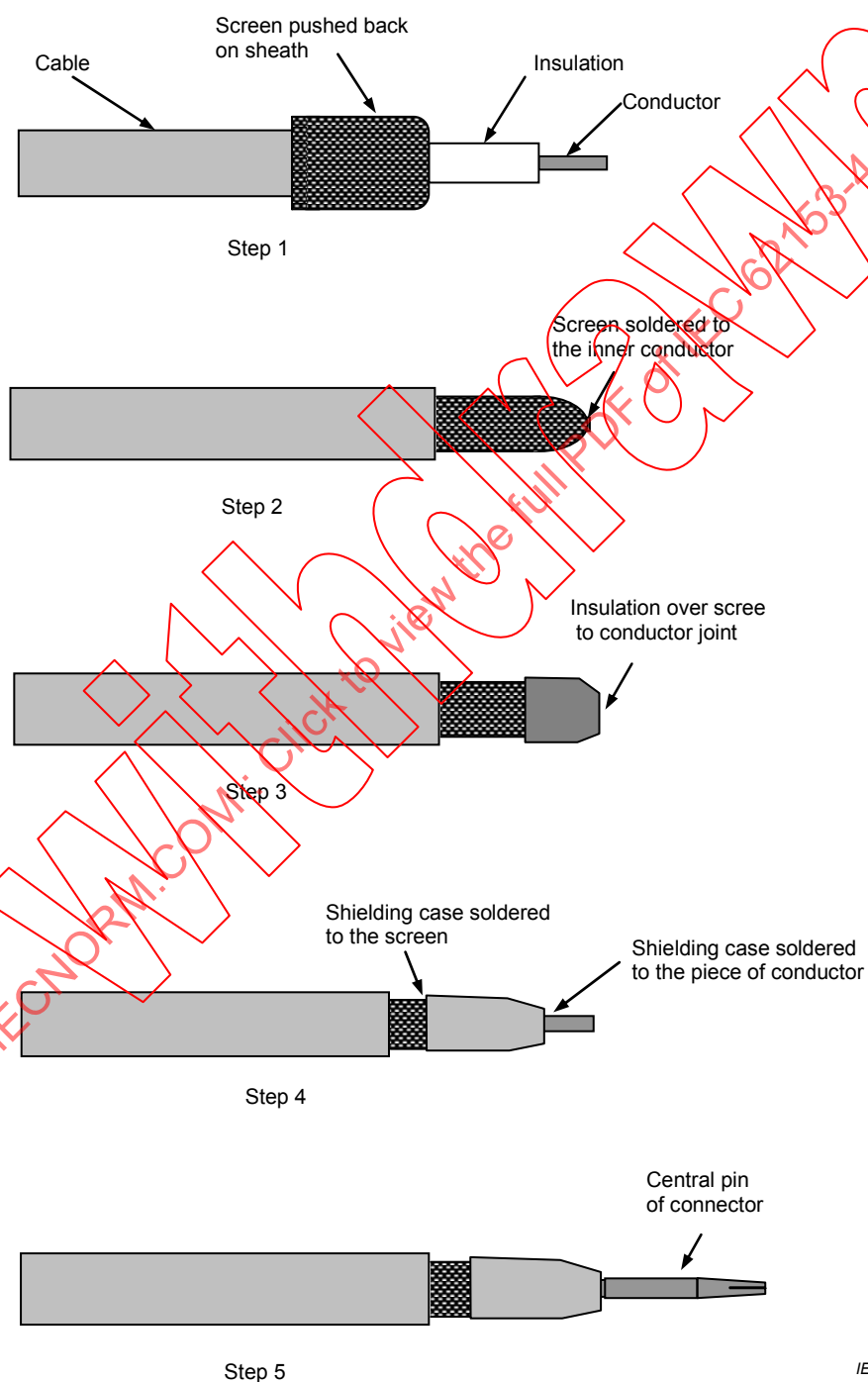


Annex A (informative)

Sample preparation

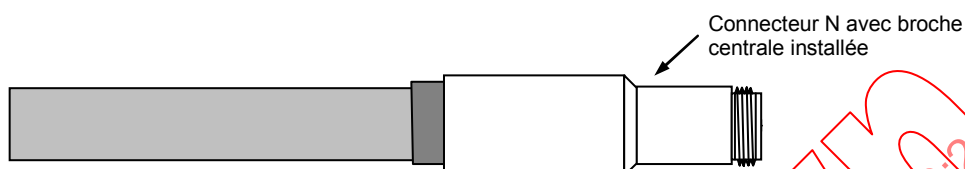
A.1 Coaxial cables

The different steps of the preparation of a coaxial sample are given in Figures A.1 and A.2.

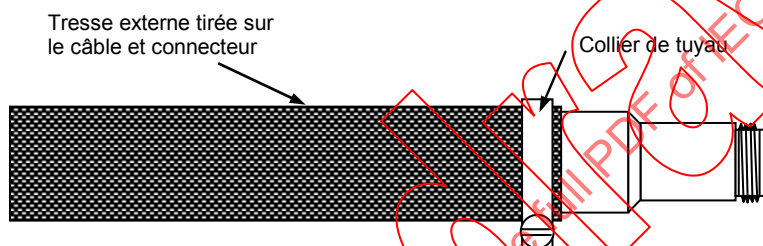




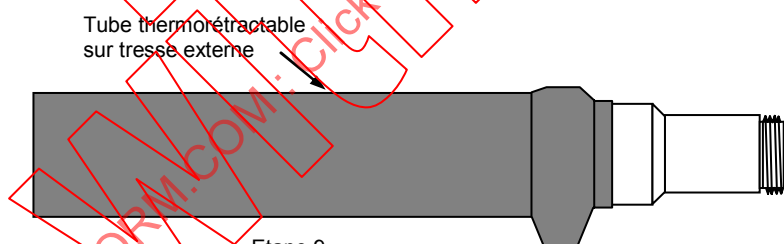
Etape 6



Etape 7



Etape 8



Etape 9

IEC 379/06

Figure A.1 – Câbles coaxiaux: préparation de l'extrémité A des câbles

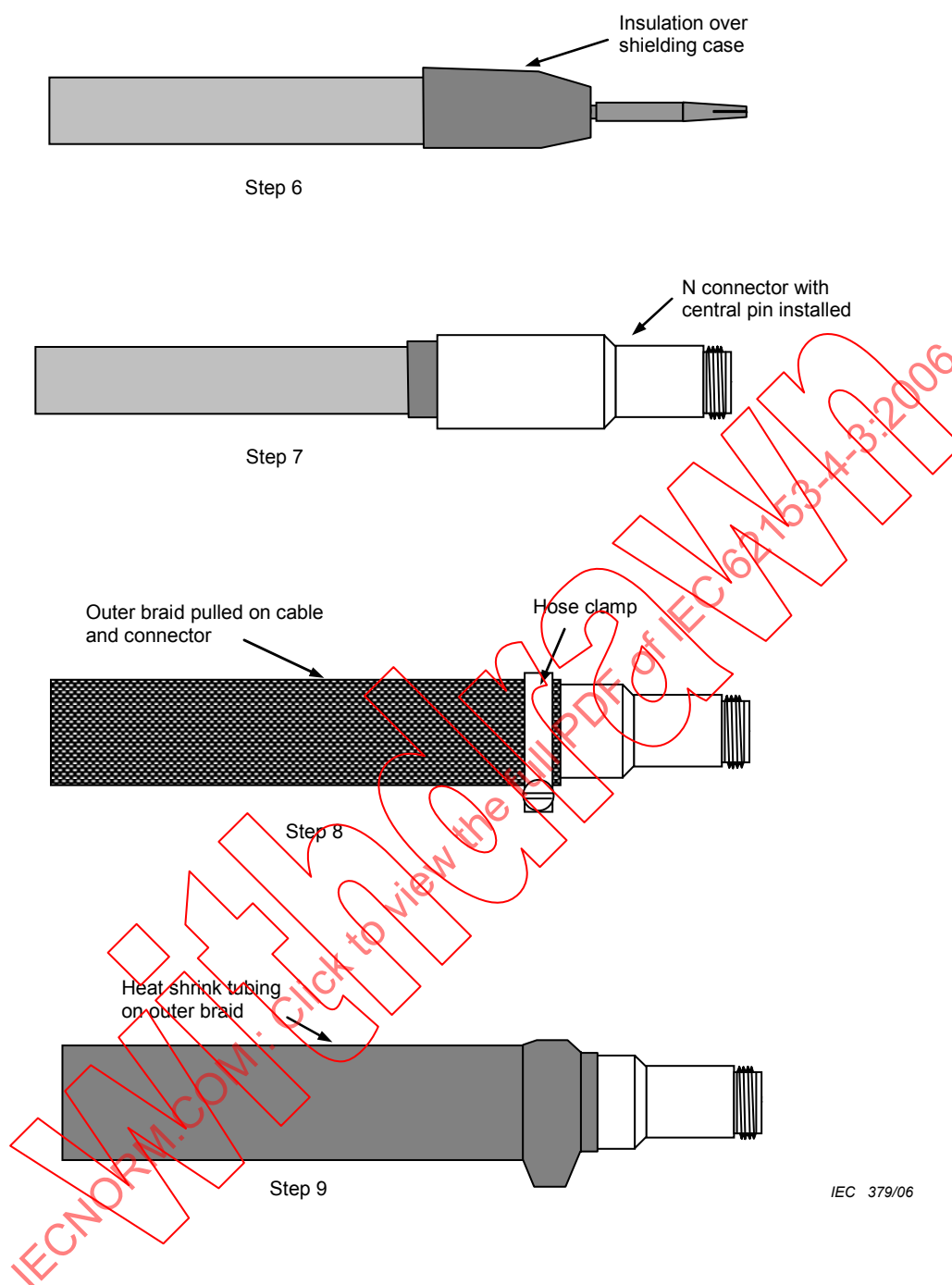
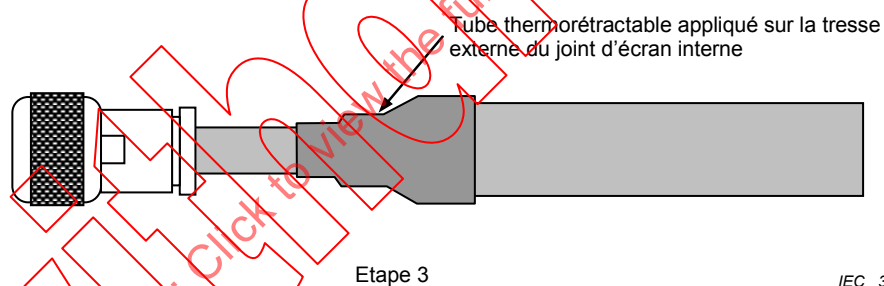
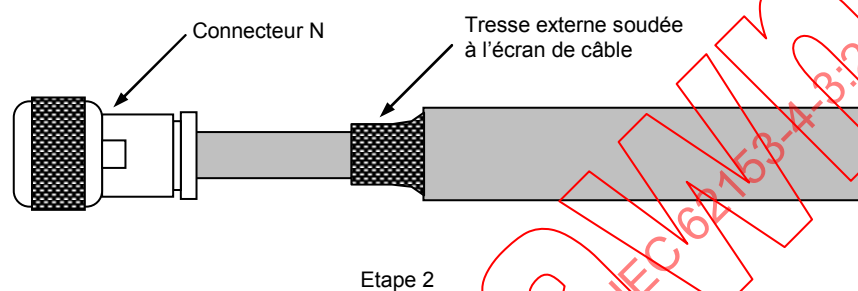
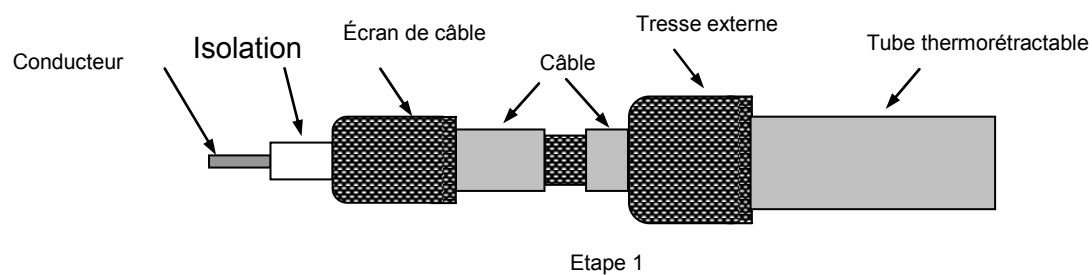


Figure A.1 – Coaxial cables: preparation of cable end A



IEC 380/06

Figure A.2 – Câbles coaxiaux: préparation de l'extrémité B des câbles