

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60512-23-7

Première édition
First edition
2005-01

**Connecteurs pour équipements électroniques –
Essais et mesures –**

**Partie 23-7:
Essais d'écrantage et de filtrage –
Essai 23g: Impédance de transfert
efficace des connecteurs**

**Connectors for electronic equipment –
Tests and measurements –**

**Part 23-7:
Screening and filtering tests –
Test 23g: Effective transfer impedance
of connectors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60512-23-7:2005

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**

60512-23-7

Première édition
First edition
2005-01

**Connecteurs pour équipements électroniques –
Essais et mesures –**

**Partie 23-7:
Essais d'écrantage et de filtrage –
Essai 23g: Impédance de transfert
efficace des connecteurs**

**Connectors for electronic equipment –
Tests and measurements –**

**Part 23-7:
Screening and filtering tests –
Test 23g: Effective transfer impedance
of connectors**

© IEC 2005 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

Q

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes et définitions.....	10
4 Préparation.....	14
4.1 Montage d'essai.....	14
4.2 Ressources.....	18
4.3 Préparation du spécimen et du calibre.....	20
5 Méthode.....	22
5.1 Conditionnement.....	22
5.2 Régularité d'impédance.....	22
5.3 Affaiblissement opérationnel des câbles de connexion et du DES.....	22
5.4 Procédure.....	22
6 Evaluation de l'impédance de transfert efficace.....	24
7 Détails à spécifier.....	26
8 Documentation.....	26
Annexe A (informative) Calcul de l'affaiblissement d'écrantage.....	28
A.1 Objet.....	28
A.2 Définition de l'affaiblissement d'écrantage d'un écran de connecteur.....	28
A.3 Affaiblissement d'écrantage A_{SC} en dB.....	28
Annexe B (informative) Vérification du montage d'essai.....	30
B.1 Objet.....	30
B.2 Vérification du montage d'essai.....	30

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Preparation	15
4.1 Test set-up.....	15
4.2 Resources.....	19
4.3 Preparation of the specimen and the calibrator	21
5 Method.....	23
5.1 Conditioning	23
5.2 Impedance regularity	23
5.3 Operational attenuation of the connecting cables and the DUT.....	23
5.4 Procedure	23
6 Evaluation of the effective transfer impedance	25
7 Details to be specified	27
8 Documentation	27
Annex A (informative) Screening attenuation calculation	29
A.1 Objective.....	29
A.2 Definition of screening attenuation of a connector screen.....	29
A.3 Screening attenuation A_{SC} in dB.....	29
Annex B (informative) Test set-up verification	31
B.1 Objective.....	31
B.2 Test set-up verification	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 23-7: Essais d'écrantage et de filtrage – Essai 23g: Impédance de transfert efficace des connecteurs

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 60512-23-7 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48B/1505/FDIS	48B/1509/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT –
TESTS AND MEASUREMENTS –****Part 23-7: Screening and filtering tests –
Test 23g: Effective transfer impedance of connectors**

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 60512-23-7 has been prepared by subcommittee 48B: Connectors, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

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

FDIS	Report on voting
48B/1505/FDIS	48B/1509/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 60512-23 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures*

- Partie 23-3: Essai 23c: Efficacité de blindage des connecteurs et des accessoires
- Partie 23-4: Essais de blindage et de filtrage – Essai 23d: Réflexions de ligne de transmission en domaine temporel
- Partie 23-7: Essais d'écrantage et de filtrage – Essai 23g: Impédance de transfert efficace des connecteurs

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-23-7:2005

IEC 60512-23 consists of the following parts under the general title *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements*

- Part 23-3: Test 23c: Shielding effectiveness of connectors and accessories
- Part 23-4: Screening and filtering tests – Test 23d: Transmission line reflections in the time domain
- Part 23-7: Screening and filtering tests – Test 23g: Effective transfer impedance of connectors

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-23-7:2005

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 23-7: Essais d'écrantage et de filtrage – Essai 23g: Impédance de transfert efficace des connecteurs

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60512-23 définit une méthode d'essai destinée à évaluer l'efficacité de l'écrantage des connecteurs écrantés non circulaires multi-pôles, électriquement courts par la mesure de l'impédance de transfert (de surface) efficace Z_{TE} exprimée en Ω , au moyen d'un analyseur de réseaux, pour des fréquences jusqu'à 1 GHz. Elle est fondée sur la méthode d'essai par injection de ligne conformément à la CEI 61196-1 avec un type spécifique de fil d'injection, qui est adapté aux formes des connecteurs. Compte tenu du montage d'essai particulier utilisé dans la méthode dont la description suit, on ne vérifie pas l'écran du connecteur lui-même mais la combinaison des deux connecteurs (mâle et femelle) ensemble. Cela signifie que les résultats d'essai englobent l'efficacité des écrans des deux connecteurs et le raccord entre les connecteurs et les raccords entre le câble et le connecteur.

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) – Chapitre 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

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

CEI 60512-1-100, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 1-100: Généralités – Publications applicables*

CEI 60512-23-3, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 23-3: Essai 23c: Efficacité de blindage des connecteurs et des accessoires*

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

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 23-7: Screening and filtering tests – Test 23g: Effective transfer impedance of connectors

1 Scope and object

This part of IEC 60512-23 defines a test method which is intended to assess the screening effectiveness of screened non-circular multi-pole, electrically short, connectors by the measurement of the effective (surface) transfer impedance Z_{TE} expressed in Ω , using a network analyzer, for frequencies up to 1 GHz. It is based on the line injection test method according IEC 61196-1 with a specific type of injection wire, which is adapted to the shapes of connectors. Due to the specific test set-up used in the method described hereinafter the connector screen itself is not verified, but the combination of two connectors (male and female) together, i.e. the test results include the effectiveness of the screens of the two connectors and the joint between the connectors and the joints of the cable to the connector.

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) – Chapter 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60068-1:1988, *Test requirements – Part 1: General requirements and guidance*

IEC 60512-1-100: *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 1-100: General – Applicable publications*

IEC 60512-23-3: *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 23-3: Screening and filtering tests – Test 23c: Screening effectiveness of connectors and accessories*

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

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 et externe

le circuit interne se compose des écrans et du conducteur de l'éprouvette. Les grandeurs mesurées ou calculées du circuit interne peuvent être identifiées dans les équations et les figures par les symboles avec l'indice 1, par exemple: U_1 , Z_1 ou I_1 .

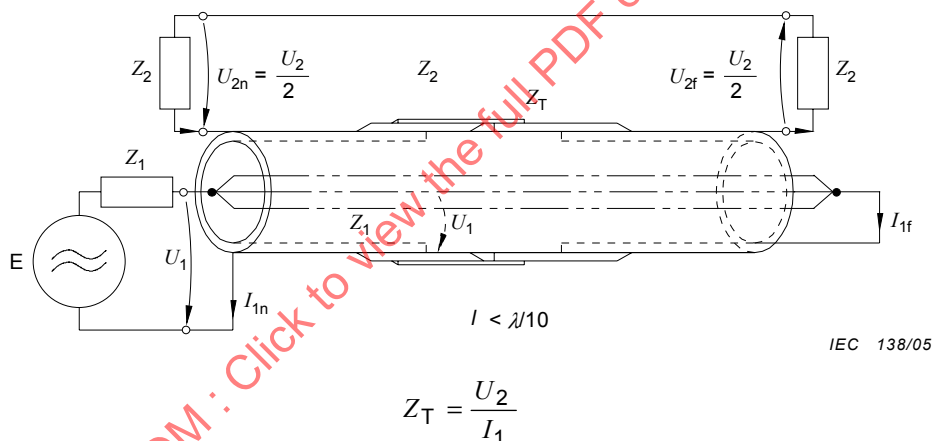
Le circuit externe se compose de la surface de l'écran et de la surface interne d'une boîte de montage d'essai enveloppante. Les grandeurs mesurées ou calculées du circuit externe peuvent être identifiées dans les équations et les figures par les symboles avec l'indice 2, par exemple: U_2 , Z_2 ou I_2 .

3.2

impédance de transfert

Z_T

le quotient de la tension longitudinale induite dans le circuit externe – formée par l'écran en essai et la boîte de mesure – et du courant alimentant le circuit interne ou vice versa. Z_T du connecteur est exprimée en ohms (Ω) ou en décibels (dB) par rapport à 1 Ω



Expression en dB (Ω): $Z_T \text{ dB}(\Omega) = +20 \cdot \log_{10} \left(\frac{|Z_T|}{1 \Omega} \right)$

Figure 1 – Définition de Z_T

3.3

impédance de couplage capacitif

Z_F

le 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) la terminaison distale Z_1 du circuit interne ou vice versa (en dB, voir 3.2)

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60050(581) and the following additional definitions apply.

3.1

inner and outer circuit

inner circuit consists of the screens and the conductor of the test specimen. The inner circuit measured or calculated quantities may be identified in the equations and figures by the symbols with the subscript 1, for example: U_1 , Z_1 , or I_1 .

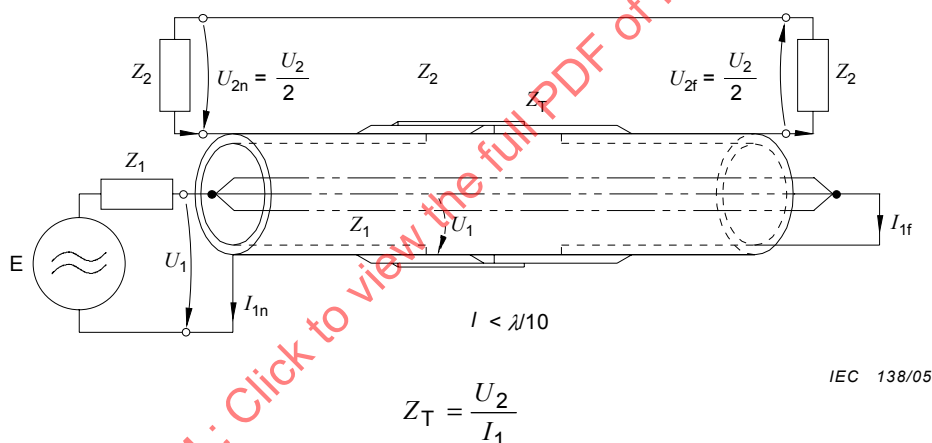
Outer circuit, which consist of the screen surface and the inner surface of a surrounding test jig box. The outer circuit measured or calculated quantities may be identified in the equations and figures by the symbols with the subscript 2, for example: U_2 , Z_2 , or I_2 .

3.2

transfer impedance

Z_T

quotient of the longitudinal voltage induced in the outer circuit – formed by the screen under test and the measuring box – and the current fed into the inner circuit or vice versa. Z_T of the connector is expressed in ohms (Ω) or decibels (dB) in relation to 1 Ω



IEC 138/05

Expression in dB (Ω).

$$Z_T \text{ dB}(\Omega) = +20 \cdot \log_{10} \left(\frac{|Z_T|}{1 \Omega} \right)$$

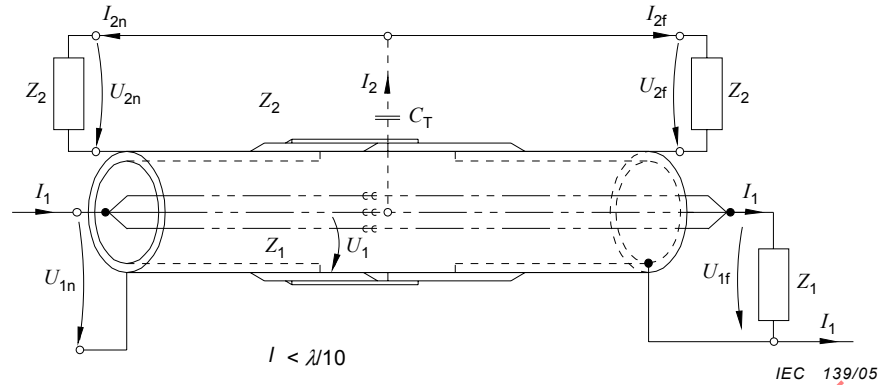
Figure 1 – Definition of Z_T

3.3

capacitive coupling impedance

Z_F

quotient of twice the voltage induced to the terminating impedances Z_2 of the matched outer circuit by a current I_1 fed (without retouring over the screen) to the far-end termination Z_1 of the inner circuit or vice versa (in dB, see 3.2)



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

$$Z_f = \frac{U_{2n} + U_{2f}}{I_1} = \frac{2U_{2f}}{I_1} = Z_1 Z_2 \times j\omega C_T$$

Expression en dB (Ω): $Z_F \text{ [dB}(\Omega)] = +20 \cdot \log_{10} \left(\frac{|Z_F|}{1 \Omega} \right)$

Figure 2 – Définition de Z_F

3.4 impédance de transfert efficace

Z_{TE}

la valeur absolue maximale de la somme ou de la différence de Z_F et Z_T à chaque fréquence

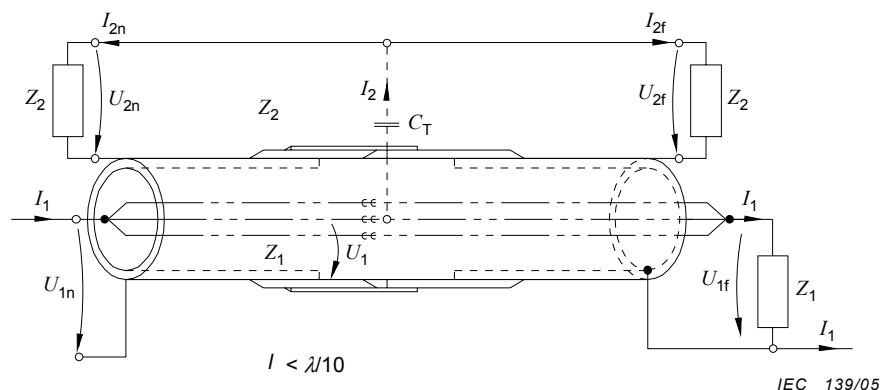
$$Z_{TE} = \max |Z_F \pm Z_T|$$

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

3.5 longueur de couplage

la longueur combinée des deux connecteurs et câbles qui se trouvent dans le montage d'essai est appelée longueur de couplage L_c . La fréquence la plus élevée $f_{\max}$ à laquelle Z_T , Z_F et Z_{TE} peuvent être mesurées dépend de la longueur de couplage. La fréquence maximale $f_{\max}$ est différente selon que la mesure est réalisée à l'extrémité proximale ou distale. Il convient que $f_{\max}$ soit maintenue sous la fréquence dièdre f_c de la fonction d'addition.

$$f_{c,n} = \frac{c}{\pi L_c \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} \pm \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$



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

$$Z_f = \frac{U_{2n} + U_{2f}}{I_1} = \frac{2U_{2f}}{I_1} = Z_1 Z_2 \times j\omega C_T$$

Expression in dB (Ω): $Z_F \text{ [dB}(\Omega)] = +20 \cdot \log_{10} \left(\frac{|Z_F|}{1 \Omega} \right)$

Figure 2 – Definition of Z_F

3.4 effective transfer impedance

 Z_{TE}

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

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

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

3.5 coupling length

combined length of the two connectors and cables, which are inside the test jig is called the coupling length L_C . The highest frequency $f_{\max}$ to which Z_T , Z_F and Z_{TE} can be measured is dependant on the coupling length. The maximum frequency $f_{\max}$ is different when measuring from the near- or far-end. The $f_{\max}$ should be kept under the corner frequency f_c of the summing function.

$$f_{c,n} = \frac{c}{\pi L_c \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} \pm \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

La longueur maximale de couplage $L_{c,max}$ autorisée aux fréquences les plus élevées f_{max_n} est:

$$L_{c,max_n} = \frac{c}{\pi f_{c,max_n} \left| \sqrt{\varepsilon_{r1}} \pm \sqrt{\varepsilon_{r2}} \right|}$$

où

$L_{c,max}$ est la longueur maximale de couplage (m);

f_{max} est la fréquence la plus élevée (Hz);

c est la vitesse de la lumière 300 Mm/s;

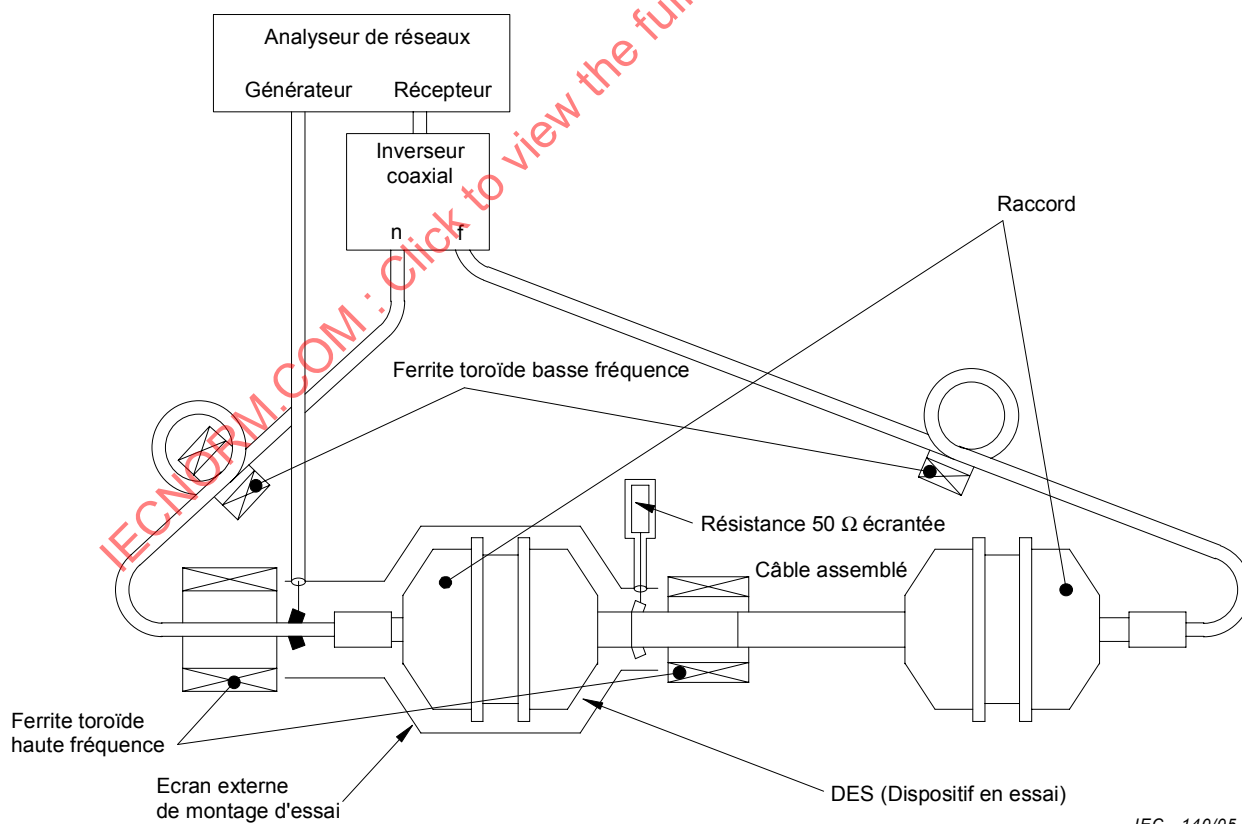
ε_{r1} est la permittivité relative résultant du diélectrique du connecteur et du câble de connexion pour la longueur L_c (système interne);

ε_{r2} est la permittivité relative résultant du diélectrique du système externe.

NOTE La condition signifie que la constante de phase du câble multipliée par la longueur est inférieure à 1.

4 Préparation

4.1 Montage d'essai



IEC 140/05

Figure 3 – Exemple de montage de mesure pratique

The maximum coupling length $L_{c,max}$ allowed on the highest frequencies f_{max_n} is

$$L_{c,max_n} = \frac{c}{\pi f_{c,max_n} \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} \pm \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

where

$L_{c,max}$ is the maximum coupling length (m);

f_{max} is the highest frequency (Hz);

c is the velocity of light 300 Mm/s;

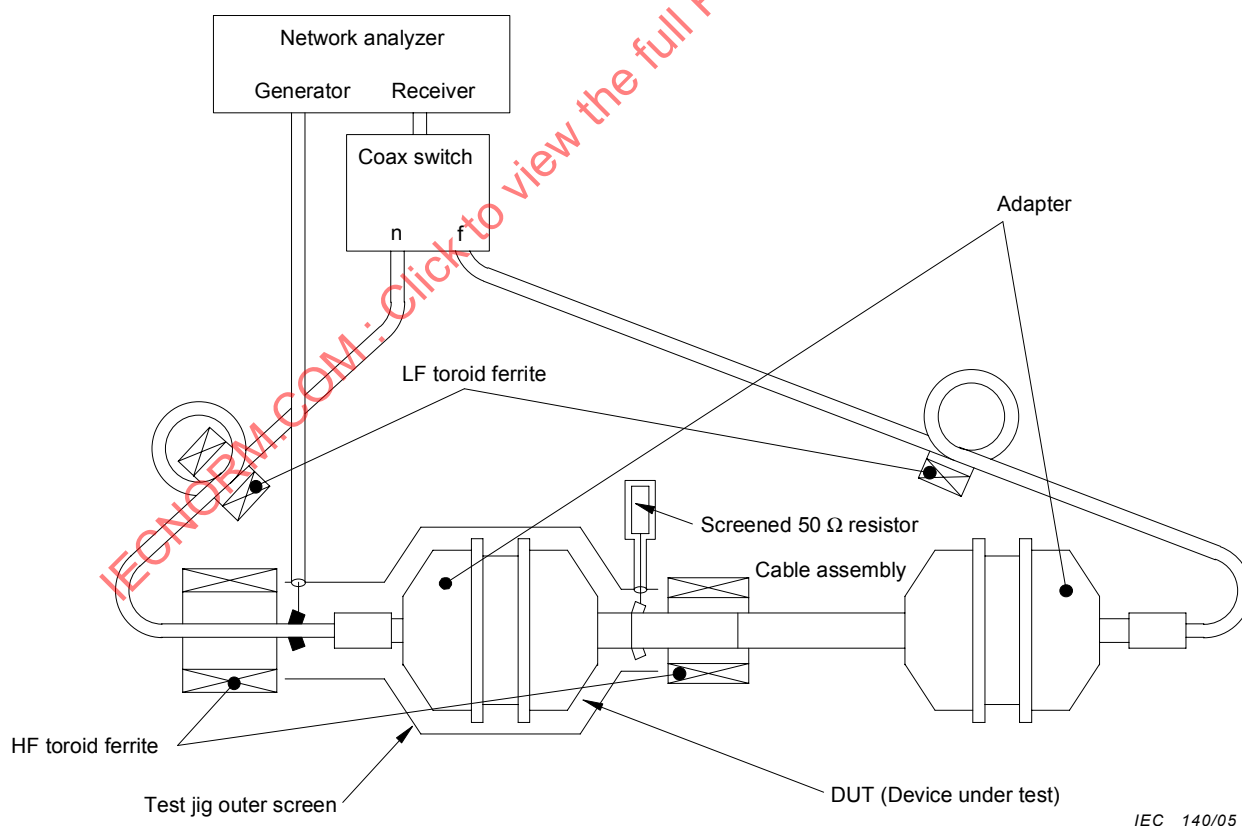
ϵ_{r1} is the resulting relative permittivity of the dielectric of the connector and the connecting cable for the length L_c (inner system);

ϵ_{r2} is the resulting relative permittivity of the dielectric of the outer system.

NOTE The condition means that the phase constant of the cable multiplied with the length is less than 1.

4 Preparation

4.1 Test set-up

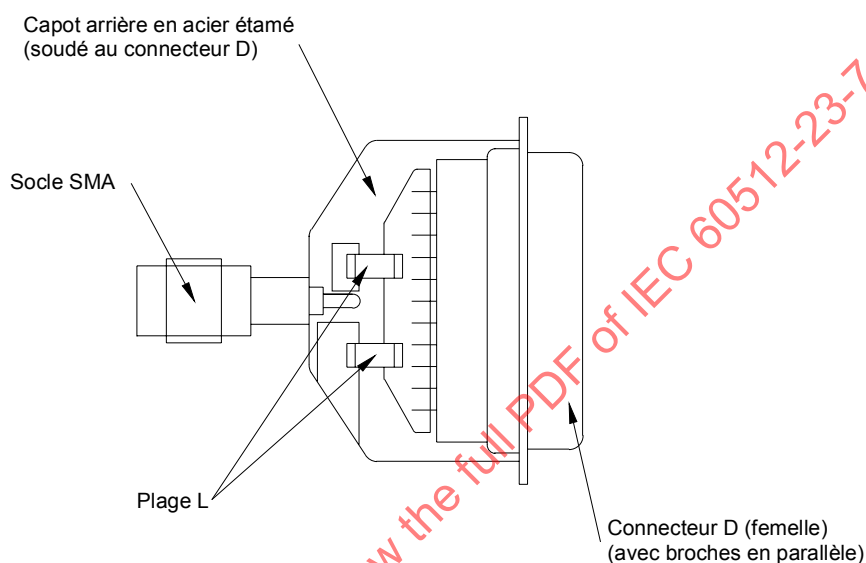


IEC 140/05

Figure 3 – Example of a practical measurement set-up

Le dispositif en essai (DES) est le connecteur d'un câble assemblé. Compte tenu du montage particulier qui est utilisé, le résultat d'essai se compose d'une combinaison du connecteur assemblé au câble et de son adaptateur (mâle et femelle). Deux des adaptateurs sont nécessaires. Un adaptateur est à l'intérieur du montage d'essai pour permettre la connexion du connecteur soumis aux essais au récepteur à l'extrémité proximale. L'autre adaptateur est à l'extérieur du montage d'essai pour permettre la connexion du câble assemblé au récepteur à l'extrémité distale.

Les raccords sont les connecteurs d'accouplement appropriés, avec un connecteur coaxial bien écranté – de préférence un connecteur de type SMA – au lieu d'un câble – et un réseau d'adaptation d'impédance (si nécessaire). Toutes les broches des raccords sont connectées en parallèle pour former un système quasi-coaxial.



IEC 141/05

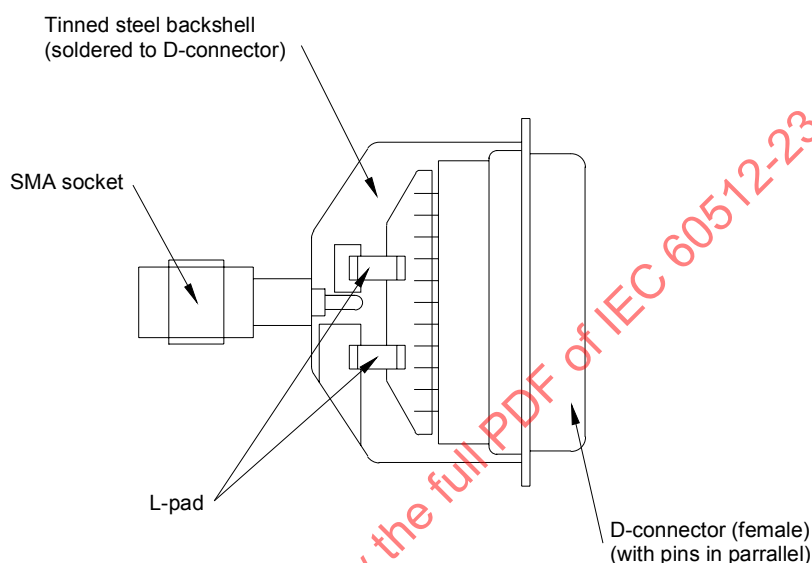
**Figure 4 – Exemple de raccord, adapté à un DES particulier
(connecteur subminiature-D)**

Un analyseur de réseaux est connecté au montage d'essai avec des câbles coaxiaux bien écrantés. Le générateur est connecté au circuit externe, formé par le DES à l'intérieur du montage d'essai et l'écran du montage d'essai. Le récepteur est connecté au circuit interne, formé par le câble assemblé. La plupart des analyseurs n'ayant que deux accès, il convient d'utiliser un inverseur coaxial qui peut commuter l'accès du récepteur entre l'extrémité proximale et l'extrémité distale du circuit interne. Lorsque les mesures sont réalisées à l'extrémité proximale, l'extrémité distale doit être terminée par une terminaison bien écrantée (dans l'inverseur) et vice versa. Au moment de l'inversion, les circuits de terre (boucles) ne doivent pas être touchés pour ne pas modifier les courants perturbateurs de terre.

Dans cette méthode d'essai, le courant s'écoule le long de l'écran extérieur du connecteur et retourne le long de l'écran extérieur du montage d'essai. Un courant parasite très faible s'écoule à travers les câbles du circuit d'essai vers l'analyseur de réseaux, en raison de la présence de ferrites toroïdes immédiatement à l'extérieur du montage d'essai.

The device under test (DUT) is the connector of a cable assembly. Due to the specific set-up, the test result is composed of the combination of that connector assembled with the cable and its adapting connector (male and female). Two of the adapting connectors are needed. One inside the test jig to allow the connection of the tested connector to the receiver at the near end. The other outside the test jig to allow the connection of the cable assembly to the receiver at the far end.

The adapters are the appropriate mating connectors, with a well-screened coaxial connector – preferably an SMA type connector – instead of a cable – and an impedance matching network (if necessary). All pins of the adapters are connected into parallel, to form a quasi-coaxial system.



IEC 141/05

**Figure 4 – Example of an adapter, suitable for a particular DUT
(D-subminiature connector)**

A network analyzer is connected to the set-up with well-screened coaxial cables. The generator is connected to the outer circuit, formed by the DUT inside the test jig and the screen of the test jig. The receiver is connected to the inner circuit, formed by the cable assembly. As most analyzers have only two ports, a coaxial switch should be used which can switch the receiver port between the near-end and far-end of the inner circuit. When measuring at the near-end the far-end must be terminated with a well-screened termination (in the switch) and vice versa. When switching, the ground circuits (loops) shall remain unaffected so as not to change the disturbing ground currents.

In this test method, the current flows along the outer screen of the connector and returns along the test jig outer screen. Very little spurious current flows through the test circuit cables to the network analyzer, due to the presence of ferrite toroids immediately outside the test jig.

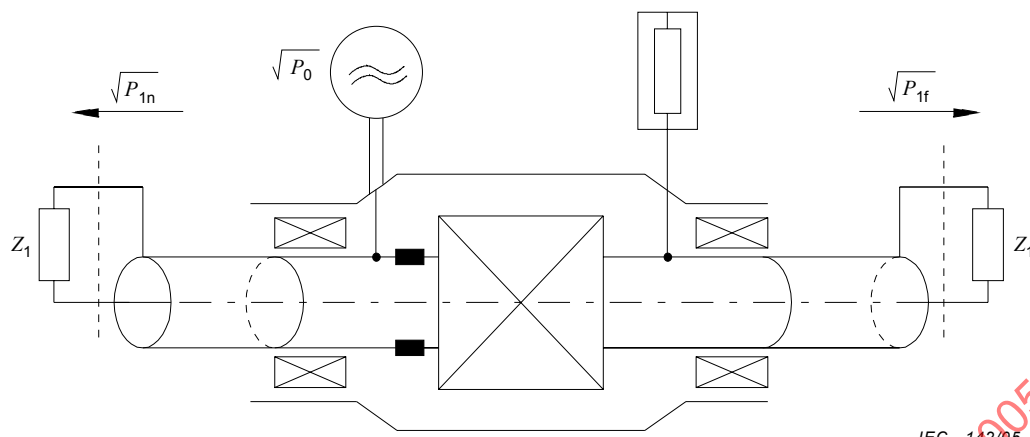


Figure 5 – Schéma du circuit de mesure

4.2 Ressources

Les mesures doivent être réalisées en utilisant un analyseur de réseau ou sinon un générateur de signal discret et un récepteur de mesure sélectif.

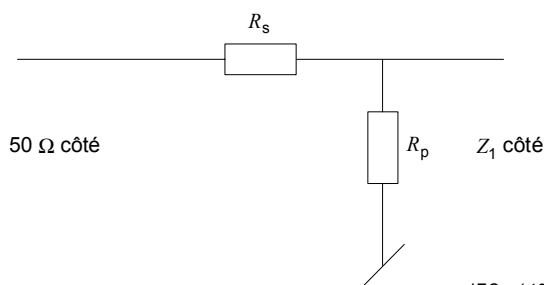
L'équipement de mesure se compose des éléments suivants:

- un analyseur de réseaux avec une gamme de fréquences suffisante ou sinon un générateur de signal avec la même impédance caractéristique comme système quasi-coaxial du câble en essai ou avec un raccord d'impédance et complété par un amplificateur de puissance et ou un amplificateur à faible bruit si nécessaire pour une très faible impédance de transfert (Le bruit de fond du montage d'essai doit être inférieur de 10 dB à la mesure.);
- un réflectomètre dans le domaine temporel (TDR) avec un temps de montée système inférieur à 200 ps ou un analyseur de réseaux de 5 GHz avec équipements FD/TD;
- deux raccords, voir la Figure 4; le réseau d'adaptation d'impédance inclus, nécessaire pour les extrémités proximale et distale du circuit interne vers le récepteur, est calculé comme suit:

Si l'impédance du système interne Z_1 est inférieure à 50Ω (la résistance d'entrée du récepteur), les formules ci-dessous sont utilisées.

$$R_s = 50 \cdot \sqrt{1 - \frac{Z_1}{50}} \quad R_p = \frac{Z_1}{\sqrt{1 - \frac{Z_1}{50}}}$$

La configuration est représentée à la figure suivante:



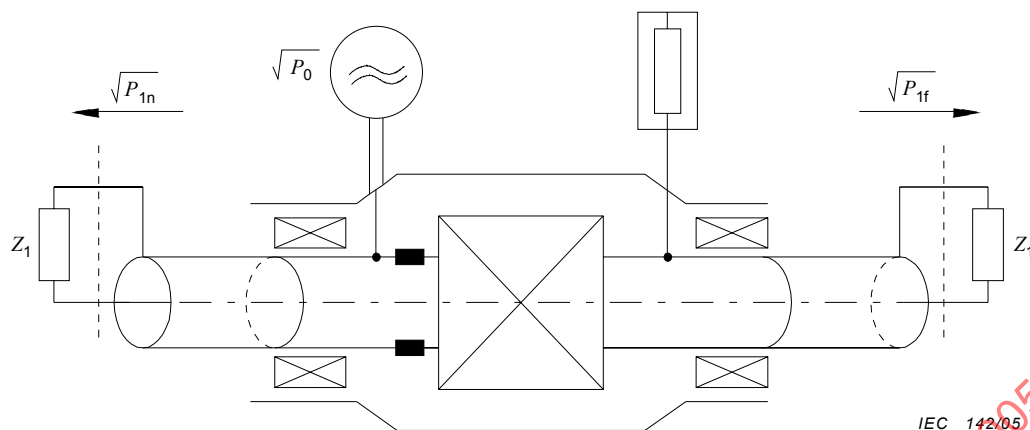


Figure 5 – Schematic measurement circuit

4.2 Resources

The measurements shall be performed using a network analyzer or alternatively, a discrete signal generator and selective measuring receiver.

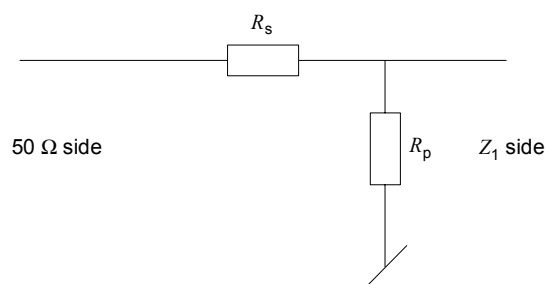
The measuring equipment consists of

- a network analyzer with a sufficient frequency range or alternatively, a signal generator with the same characteristic impedance as the quasi-coaxial system of the cable under test or with an impedance adapter and complemented with a power amplifier and/or a low noise amplifier if necessary for very low transfer impedance (The noise floor of the test set-up shall be 10 dB lower than the measurement.);
- a time domain reflectometer (TDR) with a system rise time of less than 200 ps or a 5 GHz network analyzer with FD/TD facilities;
- two adapters, see Figure 4; the included impedance matching network, needed to match the near- and far-end of the inner circuit to the receiver, is calculated as follows:

If the impedance of the inner system Z_1 is less than 50 Ω (the receiver input resistance) the formulas below are used.

$$R_s = 50 \cdot \sqrt{1 - \frac{Z_1}{50}} \quad R_p = \frac{Z_1}{\sqrt{1 - \frac{Z_1}{50}}}$$

The configuration is depicted below:



IEC 143/05

Le gain de tension, k_m du circuit est:

En partant du récepteur (50 Ω) vers le DES (Z_1)

$$k_{m, RD} = \frac{Z_1 R_p}{Z_1 R_p + R_p R_s + Z_1 R_s}$$

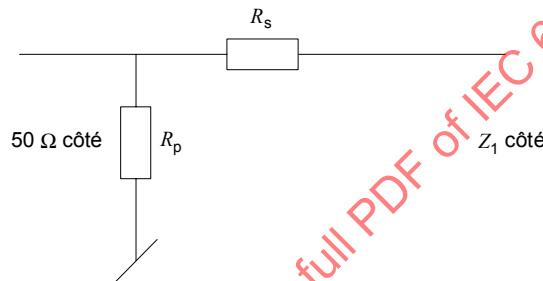
En partant du DES (Z_1) vers le récepteur (50 Ω)

$$k_{m, DR} = \frac{50 \Omega}{R_s + 50 \Omega}$$

Si l'impédance du système interne Z_1 est supérieure à 50 Ω (la résistance d'entrée du récepteur), les formules ci-dessous sont utilisées.

$$R_s = Z_1 \sqrt{1 - \frac{50}{Z_1}} \quad R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{Z_1}}}$$

La configuration est représentée à la figure suivante:



IEC 144/05

Le gain de tension, k_m du circuit est:

En partant du récepteur (50 Ω) vers le DES (Z_1)

$$k_{m, RD} = \frac{Z_1}{R_s + Z_1}$$

En partant du DES (Z_1) vers le récepteur (50 Ω)

$$k_{m, DR} = \frac{50 \Omega \cdot R_p}{50 \Omega \cdot R_p + R_p R_s + 50 \Omega \cdot R_s}$$

- d) un montage d'essai, qui est une enveloppe complètement écrantée dont les deux moitiés (pour un accès facile) doivent être reliées en utilisant des bandes métalliques; la taille du montage doit être telle qu'il contienne le DES et l'un des raccords;
- e) des ferrites toroïdes de fixation (il est recommandé de munir tous les fils d'essai des câbles assemblés de mesure avec ces ferrites);
- f) un inverseur coaxial à 1-2 accès.

4.3 Préparation du spécimen et du calibre

Pour la préparation du spécimen, les détails suivants doivent s'appliquer, conformément à la spécification particulière:

- a) préparation du connecteur (DES) et du câble assemblé nécessaire;
- b) des raccords, adaptés entre l'équipement de mesure (50 Ω) et l'impédance des contacts du connecteur en parallèle et ainsi les conducteurs du câble écranté en parallèle, voir la Figure 4;

The voltage gain, k_m of the circuit is:

Going from the receiver (50 Ω) to the DUT (Z_1)

$$k_{m, RD} = \frac{Z_1 R_p}{Z_1 R_p + R_p R_s + Z_1 R_s}$$

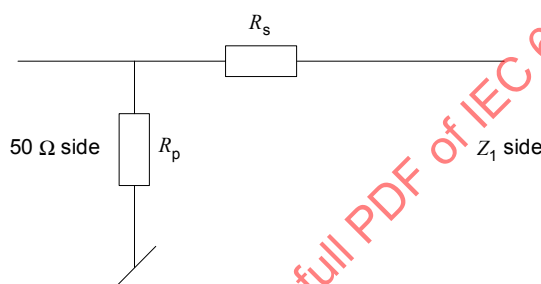
Going from the DUT (Z_1) to the receiver (50 Ω)

$$k_{m, DR} = \frac{50 \Omega}{R_s + 50 \Omega}$$

If the impedance of the inner system Z_1 is greater than 50 Ω (the receiver input resistance) the formulae below are used.

$$R_s = Z_1 \sqrt{1 - \frac{50}{Z_1}} \quad R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{Z_1}}}$$

The configuration is depicted below:



IEC 144/05

The voltage gain, k_m of the circuit is:

Going from the receiver (50 Ω) to the DUT (Z_1)

$$k_{m, RD} = \frac{Z_1}{R_s + Z_1}$$

Going from the DUT (Z_1) to the receiver (50 Ω)

$$k_{m, DR} = \frac{50 \Omega \cdot R_p}{50 \Omega \cdot R_p + R_p R_s + 50 \Omega \cdot R_s}$$

- d) a test jig, being a fully screened enclosure of which both halves (for easy access) shall be joined by using metal finger-strips; the size of the jig shall be such to contain the DUT and one of the adapters;
- e) clip-on toroid ferrites (It is recommended to supply all the test leads of the measurement cable assemblies with these ferrites);
- f) a 1-2 port coaxial switch.

4.3 Preparation of the specimen and the calibrator

For the preparation of the specimen, the following details shall apply, according to the detail specification:

- a) preparation of the connector (DUT) and the necessary cable assembly;
- b) adapters, matched between the measuring equipment (50 Ω) and the impedance of the connector contacts in parallel, and thus the conductors of the screened cable in parallel, see Figure 4;

- c) en appliquant les ferrites à mâchoires, elles seront renforcées aux fréquences peu élevées en prenant un certain nombre de tours des câbles coaxiaux des circuits d'essai à travers les toroïdes ferrites.

5 Méthode

5.1 Conditionnement

L'essai est réalisé dans les conditions atmosphériques normales conformes à la CEI 60068-1.

Aucune correction de température n'est nécessaire.

5.2 Régularité d'impédance

Il convient que la régularité d'impédance du circuit externe et du circuit interne soit soumise à des essais dans les domaines fréquentiel et temporel (temps de montée système de la mesure de fonction en échelon inférieur à 200 ps (TDR) ou 5 GHz de largeur de bande d'un analyseur de réseaux pour pouvoir être distinguée entre les points de réflexion dans le domaine fréquentiel/temporel de conversion) lorsque la mesure du domaine temporel est utilisée pour détecter les pas d'impédance dans le montage.

Il convient que l'affaiblissement de réflexion (à domaine fréquentiel) dans le circuit d'essai externe et interne soit inférieur de 10 dB à toute la gamme de fréquences spécifiée dans laquelle il convient de mesurer l'efficacité d'écran.

5.3 Affaiblissement opérationnel des câbles de connexion et du DES

L'affaiblissement opérationnel des câbles coaxiaux d'alimentation entre l'analyseur de réseaux et le DES respectivement le montage d'essai doit être pris en compte. Il convient également de prendre en compte l'affaiblissement opérationnel du DES. Ceci est nécessaire pour vérifier uniquement les écrans et pour éliminer l'effet des filtres, qui peuvent être placés dans les connecteurs.

Pour obtenir ces affaiblissements opérationnels, il convient que le générateur à la Figure 3 soit connecté par le câble d'alimentation coaxial à l'extrémité proximale du circuit interne (raccord gauche). Le récepteur est connecté par le câble d'alimentation coaxial à l'extrémité distale du circuit interne (raccord droit). Il convient que l'affaiblissement opérationnel soit mesuré sur la gamme de fréquences spécifiée.

Cette mesure comprend également l'affaiblissement du raccord d'adaptation d'impédance inséré en final. Ceci doit être pris en compte lors de l'évaluation de l'impédance de transfert efficace.

5.4 Procédure

Dans le circuit d'injection de ligne, à la fois l'impédance de transfert Z_T et l'impédance de couplage capacitif Z_F agissent sur le DES au même moment et donnent l'impédance de transfert équivalente Z_{TE} . Ainsi, une mesure proximale et une mesure distale doivent être réalisées.

Le rapport de tension entre le circuit interne et le circuit externe doit être mesuré sur toute la gamme de fréquence, de préférence dans un balayage de fréquences logarithmique aux mêmes points de fréquence que la procédure d'étalonnage.

- c) applying the clip-on ferrites, they will be reinforced at lower frequencies by taking a number of turns of the test circuit coaxial cables through the ferrite toroids.

5 Method

5.1 Conditioning

The test is performed under standard atmospheric conditions in accordance with IEC 60068-1.

No temperature correction is needed.

5.2 Impedance regularity

The impedance regularity of the outer and inner circuit should be tested in the frequency and time domain (system rise time of the step function measurement below 200 ps (TDR) or 5 GHz bandwidth of a Network Analyzer to be able to be distinguished between the reflection points in the conversion frequency domain/time domain) where the time domain measurement is used to detect impedance steps in the set-up.

The return loss (frequency domain) in the outer and inner test circuit should be 10 dB less in magnitude than the screening effectiveness values, over the frequency range in which the measurements are taken.

5.3 Operational attenuation of the connecting cables and the DUT

The operational attenuation of the coaxial feeding cables between the network analyser and the DUT respectively test jig shall be taken into account. Also the operational attenuation of the DUT should be taken into account. That is necessary in order to verify only the screens and to eliminate the effect of filters, which may be built into the connectors.

To obtain those operational attenuations the generator in Figure 3 should be connected over the coaxial feeding cable to the near end of the inner circuit (left adapter). The receiver is connected over the coaxial feeding cable to the far end of the inner circuit (right adapter). The operational attenuation should be measured over the whole specified frequency range.

That measurement also includes the attenuation of the final inserted impedance matching adapter. That has to be taken into account when evaluating the effective transfer impedance.

5.4 Procedure

In the line injection circuit both the transfer impedance Z_T and the capacitive coupling impedance Z_F act on the DUT at the same time, and result in the equivalent transfer impedance Z_{TE} . Thus a near- and far-end measurement shall be performed.

The voltage ratio between inner and outer circuit shall be measured over the whole frequency range preferably in a logarithmic frequency sweep at the same frequency points as for the calibration procedure.

La stabilité de fréquence pour une heure doit être supérieure à 10^{-5} pour l'équipement d'essai.

Le balayage doit être logarithmique de manière que:

$$K = \left(\frac{F_{\text{stop}}}{F_{\text{start}}} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

où

F_{start} est la fréquence spécifiée la plus faible;

F_{stop} est la fréquence spécifiée la plus élevée;

n est le nombre de points de fréquence;

K est l'augmentation de fréquence logarithmique.

Sauf spécification contraire, le nombre minimal de points de fréquence à soumettre aux essais doit être de:

- 200 points dans la gamme 1 MHz à 10 MHz;
- 400 points dans la gamme 1 MHz à 100 MHz;
- 800 points dans la gamme 1 MHz à 1 000 MHz.

6 Evaluation de l'impédance de transfert efficace

$$Z_{\text{TE}} = \max(Z_{\text{TE},n}; Z_{\text{TE},f})$$

$$Z_{\text{TE},n} = 2Z_2 \cdot 10^{\frac{-A_{T,n}}{20}}$$

$$A_{T,n} = a_{\text{meas},n} - a_{\text{cal}} - 20 \cdot \log_{10}(k_{m,\text{RD}}) \quad (k_{m,\text{RD}} < 1)$$

$$a_{\text{meas},n} = 20 \log_{10} \left| \frac{U_{1,n}}{U_2} \right| \quad (\text{dB négatif})$$

où

$U_{1,n}$ est la tension d'extrémité proximale (n) ou distale (f) mesurée sur le DES;

U_2 est la tension envoyée au circuit externe;

$Z_{\text{TE},n}$ est l'impédance de transfert équivalente de mesure proximale (n) ou distale (f);

$a_{\text{meas},n}$ est l'affaiblissement mesuré à l'extrémité proximale (n) ou distale (f) en dB;

a_{cal} est la perte composite des câbles de connexion et du DES comprenant le raccord d'adaptation d'impédance inséré en final (dB positif!);

k_m est le gain de tension du circuit d'adaptation d'impédance;

Z_2 est l'impédance caractéristique du circuit externe (injection).

The frequency stability for 1 h shall be better than 10^{-5} for the test equipment.

The sweep shall be logarithmic so that

$$K = \left(\frac{F_{\text{stop}}}{F_{\text{start}}} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

where

- F_{start} is the lowest specified frequency;
- F_{stop} is the highest specified frequency;
- n is the number of frequency points;
- K is the logarithmic frequency increment.

Unless otherwise specified the minimum number of frequency points to be tested shall be:

- 200 points in the range 1 MHz to 10 MHz;
- 400 points in the range 1 MHz to 100 MHz;
- 800 points in the range 1 MHz to 1 000 MHz.

6 Evaluation of the effective transfer impedance

$$Z_{\text{TE}} = \max(Z_{\text{TE},n}; Z_{\text{TE},f})$$

$$Z_{\text{TE},n} = 2Z_2 \cdot 10^{\frac{-A_{T,n}}{20}}$$

$$A_{T,n} = a_{\text{meas},n} - a_{\text{cal}} - 20 \cdot \log_{10}(k_{m,\text{RD}}) \quad (k_{m,\text{RD}} < 1)$$

$$a_{\text{meas},n} = 20 \log_{10} \left| \frac{U_{1,n}}{U_2} \right| \quad (\text{negative dB})$$

where

- $U_{1,n}$ is the induced near-end (n) or far-end (f) voltage measured at the DUT;
- U_2 is the voltage fed into the outer circuit;
- $Z_{\text{TE},n}$ is the equivalent transfer impedance of near-end (n) or far-end (f) measurement;
- $a_{\text{meas},n}$ is the attenuation measured at near end (n) or far end (f) in dB;
- a_{cal} is the composite loss of the connecting cables and the DUT including eventually inserted impedance matching adapter (positive dB !);
- k_m is the voltage gain of the impedance matching circuit;
- Z_2 is the characteristic impedance of the outer (injection) circuit.

7 Détails à spécifier

Lorsque cet essai est stipulé dans la spécification particulière, les renseignements suivants doivent être donnés:

- a) les fréquences inférieures et supérieures entre lesquelles les mesures doivent intervenir;
- b) la valeur de Z_{TE} en Ω ;
- c) les instructions supplémentaires pour la construction du raccord ou du dispositif de fixation.

8 Documentation

Les fiches techniques ou le rapport d'essai doivent contenir tous les détails de l'Article 5 et au minimum les informations suivantes:

- a) le titre de l'essai, la date et les noms des opérateurs;
- b) l'équipement d'essai utilisé et les dates du dernier et du prochain étalonnage et de l'étalonnage à venir;
- c) la description du DES (et croquis si possible) des fixations, du montage et du câblage;
- d) des informations complémentaires sur l'analyseur de réseaux, par exemple marque, type et caractéristiques;
- e) les valeurs et observations, de préférence sous forme graphique.