

INTERNATIONALE

IEC

**INTERNATIONAL
STANDARD**

62153-4-7

Première édition
First edition
2006-04

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

**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**

Metallic communication cables test methods –

**Part 4-7:
Electromagnetic compatibility (EMC) –
Test method for measuring the transfer
impedance and the screening – or the coupling
attenuation – Tube in tube 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 Varembe, 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

V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	12
4 Principe de la méthode d'essai	16
5 Support théorique	20
6 Procédure	20
6.1 Équipement	20
6.2 Connexion entre le tube d'extension et le dispositif en essai	20
6.3 Plage dynamique ou bruit de fond	22
6.4 Impédance du système interne	22
6.5 Préparation d'échantillon	28
7 Mesure	30
7.1 Impédance de transfert	30
7.2 Affaiblissement de blindage	32
7.3 Affaiblissement de couplage	32
8 Expression des résultats	34
8.1 Impédance de transfert et impédance de transfert efficace	34
8.2 Affaiblissement d'écran	34
8.3 Affaiblissement de couplage	36
8.4 Exigences	38
Annexe A (informative) Mesures de l'efficacité du blindage des connecteurs et des ensembles de câbles	40
Annexe B (informative) Influence des résistances de contact	62
Bibliographie	66
Figure 1 – Définition de Z_T	14
Figure 2 – Principe de montage d'essai pour mesurer les impédances de transfert et l'affaiblissement d'écran ou de couplage de connecteurs	18
Figure 3 – Principe de montage d'essai pour mesurer les impédances de transfert et l'affaiblissement d'écran d'ensembles de câbles courts	18
Figure 4 – Principe de montage pour l'essai de vérification	22
Figure 5 – Adaptation d'impédance pour $Z_1 < 50 \Omega$	26
Figure 6 – Adaptation d'impédance pour $Z_1 > 50 \Omega$	26
Figure 7a – Principe de préparation de connecteurs symétriques ou multiconducteurs pour l'impédance de transfert et l'affaiblissement d'écran	28
Figure 7b – Principe de préparation de connecteurs symétriques ou multiconducteurs pour l'affaiblissement de couplage	30
Figure 7 – Préparation de connecteurs symétriques ou multiconducteurs	30

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 Principle of the test method	17
5 Theoretical background	21
6 Procedure	21
6.1 Equipment.....	21
6.2 Connection between extension tube device under test.....	21
6.3 Dynamic range respectively noise floor	23
6.4 Impedance of the inner system.....	23
6.5 Sample preparation	29
7 Measurement	31
7.1 Transfer impedance.....	31
7.2 Screening attenuation	33
7.3 Coupling attenuation	33
8 Expression of results	35
8.1 Transfer impedance and effective transfer impedance	35
8.2 Screening attenuation	35
8.3 Coupling attenuation	37
8.4 Requirement.....	39
Annex A (informative) Measurements of the screening effectiveness of connectors and cable assemblies	41
Annex B (informative) Influence of contact resistances	63
Bibliography.....	67
Figure 1 – Definition of Z_T	15
Figure 2 – Principle of the test set-up to measure transfer impedances and screening or coupling attenuation of connectors	19
Figure 3 – Principle of the test set-up to measure transfer impedances and screening attenuation of short cable assemblies	19
Figure 4 – Principle set-up for verification test	23
Figure 5 – Impedance matching for $Z_1 < 50 \Omega$	27
Figure 6 – Impedance matching for $Z_1 > 50 \Omega$	27
Figure 7a – Principle preparation of balanced or multiconductor connectors for transfer impedance and screening attenuation	29
Figure 7b – Principle preparation of balanced or multiconductor connectors for coupling attenuation.....	31
Figure 7 – Preparation of balanced or multiconductor connectors	31

Figure 8 – Mesure de l'impédance de transfert avec des tubes concentriques	30
Figure 9 – Mesure de l'affaiblissement d'écran avec des tubes concentriques.....	32
Figure 10 – Mesure de l'affaiblissement de couplage avec des tubes concentriques	34
Figure 11 – Mesure typique d'un connecteur de 0,04 m de long avec un tube d'extension de 1 m.....	38
Figure A.1 – Circuit équivalent des lignes de transmission couplées	42
Figure A.2 – Fonction somme S.....	44
Figure A.3 – Fonction de transfert de couplage calculée ($l = 1$ m; $\epsilon_{r1} = 2,3$; $\epsilon_{r2} = 1$; $Z_F = 0$).....	46
Figure A.4 – Montage triaxial pour la mesure de l'affaiblissement d'écran a_S et l'impédance de transfert Z_T	50
Figure A.5 – simulation d'un ensemble de câbles (échelle logarithmique).....	52
Figure A.6 – simulation d'un ensemble de câbles (échelle linéaire).....	52
Figure A.7 – Montage triaxial avec tube d'extension pour les ensembles de câbles courts.....	54
Figure A.8 – Montage triaxial avec tube d'extension pour les connecteurs.....	56
Figure A.9 – Simulation, échelle logarithmique	58
Figure A.10 – Mesure, échelle logarithmique	58
Figure A.11 – Simulation, échelle linéaire	58
Figure A.12 – Mesure, échelle linéaire	58
Figure A.13 – Simulation, échelle logarithmique	58
Figure A.14 – Simulation, échelle linéaire	58
Figure B.1 – Résistances de contact du montage d'essai.....	62
Figure B.2 – Circuit équivalent du montage d'essai.....	64

Figure 8 – Measuring the transfer impedance with tube in tube	31
Figure 9 – Measuring the screening attenuation with tube in tube	33
Figure 10 – Measuring the coupling attenuation with tube in tube	35
Figure 11 – Typical measurement of a connector of 0,04 m length with 1 m extension tube ..	39
Figure A.1 – Equivalent circuit of coupled transmission lines	43
Figure A.2 – Summing function S	45
Figure A.3 – Calculated coupling transfer function ($l = 1$ m; $\epsilon_{r1} = 2,3$; $\epsilon_{r2} = 1$; $Z_F = 0$).....	47
Figure A.4 – Triaxial set-up for the measurement of the screening attenuation a_S and the transfer impedance Z_T	51
Figure A.5 – Simulation of a cable assembly (logarithmic scale)	53
Figure A.6 – Simulation of a cable assembly (linear scale).....	53
Figure A.7 – Triaxial set-up with extension tube for short cable assemblies	55
Figure A.8 – Triaxial set-up with extension tube for connectors	57
Figure A.9 – Simulation, logarithmic frequency scale	59
Figure A.10 – Measurement, logarithmic frequency scale.....	59
Figure A.11 – Simulation, linear frequency scale.....	59
Figure A.12 – Measurement, linear frequency scale	59
Figure A.13 – Simulation, logarithmic frequency scale	59
Figure A.14 – simulation, linear frequency scale	59
Figure B.1 – Contact resistances of the test set-up	63
Figure B.2 – Equivalent circuit of the test set-up	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI DES CÂBLES MÉTALLIQUES
DE COMMUNICATION –**

**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**

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 62153-4-7 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/797/FDIS	46A/814/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –

**Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) –
Test method for measuring the transfer impedance
and the screening – or the coupling attenuation –
Tube in tube 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 62153-4-7 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/797/FDIS	46A/414/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.

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

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

- Partie 1-1: Électrique – 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.

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

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.

INTRODUCTION

Le montage d'essai d'affaiblissement d'écran blindé selon la CEI 62153-4-4 (méthode triaxiale) a été étendu pour prendre en compte les particularités des petits éléments électriques comme les connecteurs et les ensembles de câbles. En raison du tube concentrique extérieur du montage triaxial, les mesures sont indépendantes des irrégularités de la circonférence et des champs électromagnétiques externes.

En utilisant un tube résonnant supplémentaire (le tube interne des tubes concentriques), on crée un système dans lequel l'efficacité du blindage d'un dispositif électriquement court est mesurée dans des conditions proches de la réalité et contrôlées. En outre, une fréquence de coupure inférieure pour la transition entre électriquement court (impédance de transfert Z_T) et électriquement long (affaiblissement d'écran a_s) peut être obtenue.

Une large gamme de fréquences et dynamique peut être appliquée pour contrôler des ensembles de câbles et de connecteurs même fortement blindés avec des instruments normaux depuis les basses fréquences jusqu'à la limite des ondes transversales définies dans le circuit externe à environ 4 GHz.

INTRODUCTION

The shielded screening attenuation test set-up according to IEC 62153-4-4 (triaxial method) has been extended to take into account the particularities of electrical short elements like connectors and cable assemblies. Due to the concentric outer tube of the triaxial set-up, measurements are independent of irregularities on the circumference and outer electromagnetic fields.

With the use of an additional resonator tube (inner tube respectively tube in tube) a system is created where the screening effectiveness of an electrically short device is measured in realistic and controlled conditions. Also a lower cut off frequency for the transition between electrically short (transfer impedance Z_T) and electrically long (screening attenuation a_s) can be achieved.

A wide dynamic and frequency range can be applied to test even super screened connectors and assemblies with normal instrumentation from low frequencies up to the limit of defined transversal waves in the outer circuit at approximately 4 GHz.

MÉTHODES D'ESSAI DES CÂBLES MÉTALLIQUES DE COMMUNICATION –

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

1 Domaine d'application

Cette méthode triaxiale convient pour déterminer l'impédance surfacique de transfert et/ou l'affaiblissement d'écran et l'affaiblissement de couplage de connecteurs blindés adaptés (y compris la connexion entre un câble et un connecteur) et d'ensembles de câbles. Cette méthode peut également être étendue pour déterminer l'impédance de transfert, l'affaiblissement d'écran ou de couplage de connecteurs symétriques ou à plusieurs broches et d'ensembles de câbles.

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

CEI 62153-4-4, *Metallic communication cable test methods – Part 4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) – Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation a_s up to and above 3 GHz*²

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

impédance surfacique de transfert

Z_T

pour un écran électriquement court, quotient de la tension longitudinale U_1 induite dans le circuit interne par le courant I_2 délivré au circuit externe ou vice versa [Ω] (voir Figure 1)

L'impédance Z_T d'un écran électriquement court est exprimée en ohms [Ω] ou en décibels par rapport à 1 Ω .

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –

Part 4-7: Electromagnetic compatibility (EMC) – Test method for measuring the transfer impedance and the screening – or the coupling attenuation – Tube in tube method

1 Scope

This triaxial method is suitable to determine the surface transfer impedance and/or screening attenuation and coupling attenuation of mated screened connectors (including the connection between cable and connector) and cable assemblies. This method could also be extended to determine the transfer impedance, coupling or screening attenuation of balanced or multipin connectors and cable assemblies.

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

IEC 62153-4-4, *Metallic communication cable test methods – Part 4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) – Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation a_s up to and above 3 GHz²*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

surface transfer impedance

Z_T

for an electrically short screen, quotient of the longitudinal voltage U_1 induced to the inner circuit by the current I_2 fed into the outer circuit or vice versa [Ω] (see Figure 1)

The value Z_T of an electrically short screen is expressed in ohms [Ω] or decibels in relation to 1 Ω .

² To be published