

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Metallic communication cable test methods –
Part 4-9: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of screened
balanced cables, triaxial method**

**Méthodes d'essais des câbles métalliques de communication –
Partie 4-9: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement de couplage
des câbles symétriques écrantés, méthode triaxiale**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.120.10

ISBN 978-2-8322-5747-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and symbols	6
4 Principle of the measuring method	8
4.1 General	8
4.2 Procedure A: measuring with standard tube (standard head)	9
4.3 Procedure B: measuring with open head	10
5 Screening parameters	11
5.1 General	11
5.2 Transfer impedance	11
5.3 Screening attenuation	11
5.4 Unbalance attenuation	12
5.5 Coupling attenuation	12
6 Measurement	13
6.1 General	13
6.2 Equipment	13
6.3 Balun requirements	13
6.4 TP-connecting unit requirements	14
6.5 Sample preparation	14
6.6 Procedure	15
6.7 Test length	15
6.8 Measurement precautions	16
7 Expression of results	16
7.1 Procedure A: measuring with a standard head	16
7.2 Procedure B: measuring with an open head	16
8 Test report	17
9 Requirements	17
10 Plots of coupling attenuation versus frequency (typical results)	18
Annex A (normative) Insertion loss of absorber with triaxial set-up	20
Annex B (informative) Physical background	22
B.1 Unbalance attenuation a_U	22
B.2 Screening attenuation a_S	23
B.3 Coupling attenuation a_C	23
Annex C (informative) Mixed mode parameters	25
C.1 Definition of mixed mode S-Parameters	25
C.2 Reference impedance of VNA	27
Bibliography	28
Figure 1 – Coupling attenuation, principle test set-up with balun and standard tube	8
Figure 2 – Coupling attenuation, principle test set-up with balun and open head	9
Figure 3 – Coupling attenuation, principle set-up with multiport VNA and standard head	10
Figure 4 – Coupling attenuation, principle set-up with multiport VNA and open head	10
Figure 5 – Definition of transfer impedance	11

Figure 6 – Termination of the cable under test with balun feeding	15
Figure 7 – Test set-up to measure a_{tube}	17
Figure 8 – Coupling attenuation Twinax 105, open head procedure.....	18
Figure 9 – Coupling attenuation Cat 7a, standard head procedure	18
Figure 10 – Coupling attenuation Cat 8.2, open head procedure	19
Figure A.1 – Insertion loss of absorber with triaxial set-up	20
Figure A.2 – Insertion loss of absorber with triaxial set-up	20
Figure C.1 – Common two-port network	25
Figure C.2 – Common four port network.....	25
Figure C.3 – Physical and logical ports of VNA	26
Figure C.4 – Nomenclature of mixed mode S-Parameters	26
Figure C.5 – Measurement configuration, single ended response.....	27
Figure C.6 – Measurement configuration, differential mode response	27
Table 1 – Balun performance characteristics (1 MHz to 1 GHz).....	14
Table 2 – TP-connecting unit performance characteristics (1 MHz to 2 GHz)	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –

Part 4-9: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of screened balanced cables, 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62153-4-9 has been prepared by IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, RF connectors, RF and microwave passive components and accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- two test procedures, open head and standard head procedure;
- measuring with balun or with multipoint respectively mixed mode VNA;
- extension of frequency range up to and above 2 GHz.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
46/681/FDIS	46/685/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 62153 series can be found, under the general title *Metallic communication cable test methods*, on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS –

Part 4-9: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of screened balanced cables, triaxial method

1 Scope

This part of IEC 62153 applies to metallic communication cables. It specifies a test method for determining the coupling attenuation a_C of screened balanced cables. Due to the concentric outer tube, measurements are independent of irregularities on the circumference and external electromagnetic fields.

A wide dynamic and frequency range can be applied to test even super screened cables with normal instrumentation from low frequencies up to the limit of defined transversal waves in the outer circuit at approximately 4 GHz. However, when using a balun, the upper frequency is limited by the properties of the balun.

Measurements can be performed with standard tube procedure (respectively with standard test head) according to IEC 62153-4-4 or with open tube (open test head) procedure.

The procedure described herein to measure the coupling attenuation a_C is based on the procedure to measure the screening attenuation a_S according to IEC 62153-4-4.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60050-726, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 726: Transmission lines and waveguides*

IEC TS 62153-4-1, *Metallic communication cable test methods – Part 4-1: Electromagnetic compatibility (EMC) – Introduction to electromagnetic screening measurements*

IEC 62153-4-3, *Metallic communication cable test methods – Part 4-3: Electromagnetic compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – Triaxial method*

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

IEC 62153-4-5, *Metallic communication cables test methods – Part 4-5: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling or screening attenuation – Absorbing clamp method*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
1 Domaine d'application	34
2 Références normatives	34
3 Termes, définitions et symboles	35
4 Principe de la méthode de mesure	36
4.1 Généralités	36
4.2 Procédure A: mesure avec un tube normalisé (tête normalisée)	38
4.3 Procédure B: mesure avec une tête ouverte	38
5 Paramètres d'écrantage	39
5.1 Généralités	39
5.2 Impédance de transfert	39
5.3 Affaiblissement d'écran	40
5.4 Affaiblissement dû à la dissymétrie	40
5.5 Affaiblissement de couplage	41
6 Mesure	41
6.1 Généralités	41
6.2 Appareillage	41
6.3 Exigences relatives aux symétriseurs	42
6.4 Exigences relatives à l'unité de connexion TP	43
6.5 Préparation des échantillons	43
6.6 Procédure	44
6.7 Longueur d'essai	44
6.8 Précautions de mesure	45
7 Expression des résultats	45
7.1 Procédure A: mesure avec une tête normalisée	45
7.2 Procédure B: mesure avec une tête ouverte	45
8 Rapport d'essai	46
9 Exigences	47
10 Tracés d'un affaiblissement de couplage en fonction de la fréquence (résultats typiques)	47
Annexe A (normative) Perte d'insertion d'un absorbeur avec un montage triaxial	49
Annexe B (informative) Principes physiques	50
B.1 Affaiblissement dû à la dissymétrie a_U	50
B.2 Affaiblissement d'écran a_S	51
B.3 Affaiblissement de couplage a_C	51
Annexe C (informative) Paramètres du mode mixte	53
C.1 Définition des paramètres S du mode mixte	53
C.2 Impédance de référence d'un analyseur de réseau vectoriel	55
Bibliographie	56
Figure 1 – Affaiblissement de couplage, principe de montage d'essai avec symétriseur et tube normalisé	37
Figure 2 – Affaiblissement de couplage, principe de montage d'essai avec symétriseur et tête ouverte	37

Figure 3 – Affaiblissement de couplage, principe de montage d'essai avec un analyseur de réseau vectoriel multiport et une tête normalisée	38
Figure 4 – Affaiblissement de couplage, principe de montage d'essai avec un analyseur de réseau vectoriel multiport et une tête ouverte.....	39
Figure 5 – Définition de l'impédance de transfert	40
Figure 6 – Terminaison du câble en essai alimenté par un symétriseur	44
Figure 7 – Montage d'essai pour la mesure de a_{tube}	46
Figure 8 – Affaiblissement de couplage Twinax 105, procédure à tête ouverte	47
Figure 9 – Affaiblissement de couplage Cat 7a, procédure à tête normalisée	48
Figure 10 – Affaiblissement de couplage Cat 8.2, procédure à tête ouverte	48
Figure A.1 – Perte d'insertion d'un absorbeur avec un montage triaxial.....	49
Figure A.2 – Perte d'insertion d'un absorbeur avec un montage triaxial.....	49
Figure C.1 – Réseau commun à deux ports.....	53
Figure C.2 – Réseau commun à quatre ports	53
Figure C.3 – Ports physiques et logique d'un analyseur de réseau vectoriel (VNA)	54
Figure C.4 – Nomenclature des paramètres S du mode mixte	54
Figure C.5 – Configuration de mesure, réponse en mode une seule extrémité	55
Figure C.6 – Configuration de mesure, réponse en mode différentiel	55
Tableau 1 – Caractéristiques des performances du symétriseur (1 MHz à 1 GHz).....	42
Tableau 2 – Caractéristiques des performances de l'unité de connexion TP (1 MHz à 2 GHz).....	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAIS DES CÂBLES MÉTALLIQUES DE COMMUNICATION –

Partie 4-9: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement de couplage des câbles symétriques écrantés, méthode triaxiale

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62153-4-9 a été établie par le comité d'études 46 de l'IEC: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- deux procédures d'essai: à tête ouverte et à tête normalisée;
- mesure avec un symétriseur ou avec un analyseur de réseau vectoriel en mode mixte ou multiport;
- extension de la plage de fréquences jusqu'à 2 GHz et au-delà.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46/681/FDIS	46/685/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62153, publiées sous le titre général *Méthodes d'essais des câbles métalliques de communication*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

MÉTHODES D'ESSAIS DES CÂBLES MÉTALLIQUES DE COMMUNICATION –

Partie 4-9: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement de couplage des câbles symétriques écrantés, méthode triaxiale

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62153 s'applique aux câbles métalliques de communication. Elle spécifie une méthode d'essai pour la détermination de l'affaiblissement de couplage, a_C , de câbles symétriques écrantés. Grâce au tube concentrique extérieur, les mesures sont indépendantes des irrégularités de la circonférence et des champs électromagnétiques externes.

Une large plage dynamique de fréquences peut être appliquée pour soumettre aux essais des câbles même fortement écrantés avec des instruments normaux depuis les basses fréquences jusqu'à la limite des ondes transversales définies dans le circuit externe à environ 4 GHz. Toutefois, lorsque des symétriseurs sont utilisés, la fréquence supérieure est limitée par les propriétés des symétriseurs.

Des mesures peuvent être réalisées en suivant la procédure à tube normalisé (tête normalisée) selon l'IEC 62153-4-4 ou la procédure à tube ouvert (tête ouverte).

La procédure de mesure de l'affaiblissement de couplage, a_C , décrite ici est fondée sur la procédure de mesure de l'affaiblissement d'écran, a_S , de IEC 62153-4-4.

2 Références normatives

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60050-726, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 726: Lignes de transmission et guides d'ondes*

IEC TS 62153-4-1, *Metallic communication cable test methods – Part 4-1: Electromagnetic compatibility (EMC) – Introduction to electromagnetic screening measurements* (disponible en anglais seulement)

IEC 62153-4-3, *Metallic communication cable test methods – Part 4-3: Electromagnetic compatibility (EMC) – Surface transfer impedance – Triaxial method* (disponible en anglais seulement)

IEC 62153-4-4, *Metallic communication cable test methods – Part 4-4: Electromagnetic compatibility (EMC) – Test method for measuring of the screening attenuation as up to and above 3 GHz, triaxial method* (disponible en anglais seulement)

IEC 62153-4-5, *Méthodes d'essai des câbles de métalliques de communication – Partie 4-5: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement d'écran ou de couplage – Méthode de la pince absorbante*