

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61935-1

Deuxième édition
Second edition
2005-08

**Essais de câblages de télécommunications
symétriques selon l'ISO/IEC 11801 –**

**Partie 1:
Câblages installés**

**Testing of balanced communication
cabling in accordance with ISO/IEC 11801 –**

**Part 1:
Installed cabling**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61935-1:2005

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**

61935-1

Deuxième édition
Second edition
2005-08

**Essais de câblages de télécommunications
symétriques selon l'ISO/IEC 11801 –**

**Partie 1:
Câblages installés**

**Testing of balanced communication
cabling in accordance with ISO/IEC 11801 –**

**Part 1:
Installed cabling**

© 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 **XB**

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	14
4 Procédures de mesures de référence pour les propriétés électriques	20
4.1 Généralités.....	20
4.2 Considérations relatives au matériel d'essai.....	20
4.3 Résistance en boucle en courant continu	32
4.4 Asymétrie de résistance en courant continu	34
4.5 Perte d'atténuation	38
4.6 Temps de propagation et différence des temps de propagation.....	40
4.7 Paradiaphonie (NEXT), paire à paire et somme des puissances	44
4.8 Rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie, paire à paire et somme des puissances	48
4.9 Télédiaphonie paire à paire et somme des puissances	50
4.10 Télédiaphonie de niveau égal (Equal level far end crosstalk – ELFEXT).....	56
4.11 Facteur d'adaptation.....	56
4.12 Affaiblissement asymétrique.....	60
4.13 Affaiblissement de couplage.....	60
5 Exigences concernant les mesures d'essai sur le terrain pour les propriétés électriques.....	60
5.1 Généralités.....	60
5.2 Configurations de câblage soumises à essai	62
5.3 Paramètres des essais sur le terrain	62
5.4 Compte rendu et précision.....	74
5.5 Procédures de mesures sur le terrain	86
6 Exigences concernant la précision des mesures des appareils de contrôle sur le terrain	88
6.1 Généralités.....	88
6.2 Spécifications de précision de mesure communes aux appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE, de niveau III et de niveau IV	92
6.3 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE.....	92
6.4 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau III	96
6.5 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IV	100
6.6 Procédures pour déterminer les paramètres des appareils de contrôle sur le terrain	104
6.7 Modèles d'erreur de mesure	120
6.8 Comparaisons des mesures de l'analyseur de réseaux.....	132
Bibliographie.....	146

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Reference measurement procedures for electrical properties	21
4.1 General	21
4.2 Test equipment considerations	21
4.3 DC loop resistance	33
4.4 Direct current (d.c.) resistance unbalance	35
4.5 Insertion loss.....	39
4.6 Propagation delay and delay skew	41
4.7 Near-end crosstalk (NEXT), pair to pair and power sum	45
4.8 Attenuation to crosstalk ratio (ACR), pair to pair and power sum	49
4.9 Far-end crosstalk (FEXT), pair to pair and power sum.....	51
4.10 Equal level far-end crosstalk (ELFEXT)	57
4.11 Return loss.....	57
4.12 Unbalance attenuation.....	61
4.13 Coupling attenuation	61
5 Field test measurement requirements for electrical properties	61
5.1 General	61
5.2 Cabling configurations tested	63
5.3 Field test parameters.....	63
5.4 Data reporting and accuracy.....	75
5.5 Field measurement procedures	87
6 Field tester measurement accuracy requirements	89
6.1 General	89
6.2 Measurement accuracy specifications common to level IIE, level III and level IV field testers.....	93
6.3 Accuracy performance requirements for level IIE field testers.....	93
6.4 Accuracy performance requirements for level III field testers	97
6.5 Accuracy performance requirements for level IV field testers.....	101
6.6 Procedures for determining field tester parameters	105
6.7 Measurement error models.....	121
6.8 Network analyser measurement comparisons.....	133
Bibliography.....	147

Figure 1 – Charge à résistance	22
Figure 2 – Plans de référence pour liaison et voie permanente	24
Figure 3 – Hybride à 180° utilisé comme symétriseur	26
Figure 4 – Mesure de la résistance en boucle	34
Figure 5 – Mesure de l'asymétrie de résistance en courant continu (configuration d'essai pour un fil)	36
Figure 6 – Configuration de l'essai de perte d'atténuation	38
Figure 7 – Configuration d'essai de la paradiaphonie	46
Figure 8 – Configuration d'essai de la télédiaphonie	52
Figure 9 – Configuration d'essai pour le facteur d'adaptation	58
Figure 10 – Formation correcte des paires	64
Figure 11 – Formation incorrecte des paires	64
Figure 12 – Exemple de zone de tolérance des matériels (NEXT)	74
Figure 13 – Schéma fonctionnel de mesure de la symétrie du signal de sortie	106
Figure 14 – Schéma fonctionnel pour mesurer la réjection en mode commun	108
Figure 15 – Schéma fonctionnel pour la mesure de la paradiaphonie résiduelle	110
Figure 16 – Schéma fonctionnel de mesure de la précision dynamique	110
Figure 17 – Principe de mesure de la paradiaphonie résiduelle	114
Figure 18 – Principe de mesure alternative de la perte par télédiaphonie résiduelle	114
Figure 19 – Détails de construction d'un adaptateur à cordon spécial	134
Figure 20 – Interfaces avec la voie par l'appareil de contrôle sur le terrain et l'équipement de laboratoire pour comparer les résultats d'essai	136
Figure 21 – Interfaces avec la configuration d'essai de liaison par l'appareil de contrôle sur le terrain et les équipements de laboratoire pour comparer les résultats d'essai	138
Figure 22 – Echantillon de tracé de diffusion	142
Tableau 1 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai	28
Tableau 2 – Résumé des exigences concernant les rapports pour les appareils de contrôle sur le terrain	78
Tableau 3 – Précision de mesure du cas le plus défavorable du temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de la résistance en courant continu et de la longueur pour les appareils d'essai de niveau IIE, de niveau III et de niveau IV	90
Tableau 4 – Précision de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, de la paradiaphonie, d'ACR, de la télédiaphonie de niveau égal et du facteur d'adaptation pour les instruments d'essai de terrain de niveau IIE	90
Tableau 5 – Mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, NEXT, ACR, ELFEXT et facteur d'adaptation pour les instruments d'essai de niveau III	90
Tableau 6 – Mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, de la NEXT, de l'ACR, de l'ELFEXT et du facteur d'adaptation pour les instruments de mesure de niveau IV	92
Tableau 7 – Spécifications de performance de précision de temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de résistance en courant continu et de longueur	92
Tableau 8 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau IIE selon les directives CEI	94
Tableau 9 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau III selon les directives CEI	98
Tableau 10 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau IV selon les directives CEI	102

Figure 1 – Resistor load.....	23
Figure 2 – Reference planes for permanent link and channel.....	25
Figure 3 – 180° hybrid used as a balun.....	27
Figure 4 – Loop resistance measurement.....	35
Figure 5 – DC resistance unbalance measurement (test configuration for one wire).....	37
Figure 6 – Insertion loss test configuration.....	39
Figure 7 – NEXT test configuration.....	47
Figure 8 – FEXT test configuration.....	53
Figure 9 – Return loss test configuration.....	59
Figure 10 – Correct pairing.....	65
Figure 11 – Incorrect pairing.....	65
Figure 12 – Example of equipment tolerance region (NEXT).....	75
Figure 13 – Block diagram for measuring output signal balance.....	107
Figure 14 – Block diagram to measure common mode rejection.....	109
Figure 15 – Block diagram for measuring residual NEXT.....	111
Figure 16 – Block diagram for measuring dynamic accuracy.....	111
Figure 17 – Principle of measurement of residual NEXT.....	115
Figure 18 – Principle of alternate measurement of residual FEXT.....	115
Figure 19 – Construction details of special patch cord adapter.....	135
Figure 20 – Interfaces to channel by field test and laboratory equipment to compare test results.....	137
Figure 21 – Interfaces to link test configuration by field test and laboratory equipment to compare test results.....	139
Figure 22 – Sample scatter plot.....	143
Table 1 – Test balun performance characteristics.....	29
Table 2 – Summary of reporting requirements for field test equipment.....	79
Table 3 – Worst case propagation delay, delay skew, d.c. resistance and length measurement accuracy for level IIE, level III and level IV test instruments.....	91
Table 4 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss measurement accuracy for level IIE field test instruments.....	91
Table 5 – Worst case measurement insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss for level III test instruments.....	91
Table 6 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss measurement for level IV test instruments.....	93
Table 7 – Propagation delay, delay skew, DC resistance and length accuracy performance specifications.....	93
Table 8 – Level IIE field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	95
Table 9 – Level III field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	99
Table 10 – Level IV field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE CÂBLAGES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS SYMÉTRIQUES SELON l'ISO/IEC 11801 –

Partie 1: Câblages installés

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 des 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 61935-1 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2000 et son amendement 1 (2002), dont elle constitue une révision technique.

Cette deuxième édition a été écrite pour décrire les testeurs de Niveau IV nécessaires à la deuxième édition de l'ISO/IEC 11801.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTING OF BALANCED COMMUNICATION
CABLING IN ACCORDANCE WITH ISO/IEC 11801 –****Part 1: Installed cabling**

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 61935-1 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.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2000 and amendment 1 (2002). It constitutes a technical revision.

This second edition was written to describe Level IV testers in support of the second edition of ISO/IEC 11801.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46A/717/FDIS	46A/734/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.

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

La CEI 61935 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Essais de câblages de télécommunications symétriques selon l'ISO/IEC 11801*:

Partie 1: Câblages installés

Partie 2: Cordons de brassage et cordons de zone de travail

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.

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

FDIS	Report on voting
46A/717/FDIS	46A/734/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 document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 61935 consists of the following parts, under the general title *Testing of balanced communication cabling in accordance with ISO/IEC 11801*:

Part 1: Installed cabling

Part 2: Patch cords and work area cords

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.

INTRODUCTION

Le câblage destiné aux télécommunications, autrefois spécifié uniquement par chaque application, a évolué pour devenir un système de câblage générique. Les applications de télécommunications font maintenant appel à la norme de câblage ISO/IEC 11801 pour répondre aux exigences de câblage. Auparavant, les essais de connectivité et le contrôle visuel étaient jugés suffisants pour vérifier une installation de câbles. Maintenant, les utilisateurs ont besoin d'essais plus complets afin de s'assurer que la liaison supportera les applications de télécommunications qui sont destinées à fonctionner sur le système de câblage générique. La présente partie de la CEI 61935 expose les méthodes d'essais de référence en laboratoire et sur le terrain et donne une comparaison de ces méthodes.

Les performances de transmission dépendent des caractéristiques des câbles, du matériel de connexion, des cordons et des câbles d'interconnexion, du nombre total de connexions et du soin avec lequel ils sont installés et entretenus. La présente norme donne des méthodes d'essai pour les câblages installés et les ensembles de câbles équipés préfabriqués. Ces méthodes d'essai, le cas échéant, sont fondées sur celles utilisées pour les composants de câbles équipés.

La présente partie 1 contient les méthodes d'essais pour les câblages installés. La partie 2 contient les méthodes d'essais pour les cordons et les câbles pour zones de travail.

INTRODUCTION

Telecommunication cabling, once specified uniquely by each telecommunications application, has evolved into a generic cabling system. Telecommunications applications now use the ISO/IEC 11801 cabling standard to meet their cabling requirements. Formerly, connectivity tests and visual inspection were deemed sufficient to verify a cabling installation. Now users need more comprehensive testing in order to ensure that the link will support telecommunications applications that are designed to operate on the generic cabling system. This part of IEC 61935 addresses reference laboratory and field test methods and provides a comparison of these methods.

Transmission performance depends on cable characteristics, connecting hardware, patch cords and cross-connect cabling, the total number of connections, and the care with which they are installed and maintained. This standard provides test methods for installed cabling and pre-fabricated cable assemblies. These test methods, where appropriate, are based on those used for components of the cable assembly.

This part 1 contains the test methods required for installed cabling. Part 2 contains the test methods required for patch cords and work area cords.

ESSAIS DE CÂBLAGES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS SYMÉTRIQUES SELON L'ISO/IEC 11801 –

Partie 1: Câblages installés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61935 spécifie les procédures des mesures de référence pour les paramètres de câblage et les exigences pour la précision des appareils de contrôle sur le terrain pour mesurer les paramètres de câblage identifiés dans l'ISO/IEC 11801. Les références faites dans la présente norme à l'ISO/IEC 11801 renvoient à la norme ISO/IEC 11801 ou à des normes de câblage équivalentes.

La présente norme s'applique quand les câbles équipés sont constitués de câbles conformes à la CEI 61156-1, la CEI 61156-2, la CEI 61156-3, la CEI 61156-4, la CEI 61156-5, la CEI 61156-6 et de matériel de connexion spécifié dans la CEI 60603-7 ou la CEI 61076-3-104. Lorsque les câbles et/ou les connecteurs ne sont pas conformes à ces normes, des essais supplémentaires peuvent être requis.

Cette norme est organisée de la manière suivante:

- les procédures des mesures de référence en laboratoires sont spécifiées à l'Article 4. Dans certains cas, ces procédures peuvent être utilisées sur le terrain;
- les descriptions et les exigences pour les mesures sur le terrain sont spécifiées à l'Article 5;
- les exigences de performance pour les appareils de contrôle sur le terrain et les procédures de vérification des performances sont spécifiées à l'Article 6.

NOTE 1 La présente norme ne comprend pas les essais qui sont normalement effectués séparément sur les câbles et sur les connecteurs. Ces essais sont décrits dans la CEI 61156-1 et la CEI 60603-7 ou la CEI 61076-3-104 respectivement.

NOTE 2 Dans la mesure du possible, les câbles et les connecteurs utilisés dans les ensembles de câbles équipés, même s'ils ne sont pas décrits dans la série CEI 61156 ou la CEI 60603-7/CEI 61076-3-104 doivent être soumis à des essais séparés conformément aux essais donnés dans la spécification générique correspondante. Dans ce cas, la plupart des essais environnementaux et mécaniques décrits dans la présente norme peuvent être omis.

NOTE 3 Il est conseillé aux utilisateurs de cette norme de consulter les normes d'application, de s'informer auprès des fabricants des équipements et des intégrateurs de systèmes afin de déterminer si ces exigences conviennent pour des applications spécifiques en réseau.

La présente norme traite des performances concernant les câblages de 100 Ω . Pour les câblages de 120 Ω ou 150 Ω , les mêmes principes s'appliquent, mais il convient que le système de mesure corresponde au niveau d'impédance nominal.

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 60169-16, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 16: Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 7 mm (0,276 in) à verrouillage à vis – Impédance caractéristique 50 ohms (75 ohms) (type N)*

TESTING OF BALANCED COMMUNICATION CABLING IN ACCORDANCE WITH ISO/IEC 11801 –

Part 1: Installed cabling

1 Scope

This part of IEC 61935 specifies reference measurement procedures for cabling parameters and the requirements for field tester accuracy to measure cabling parameters identified in ISO/IEC 11801. References in this standard to ISO/IEC 11801 mean ISO/IEC 11801 or equivalent cabling standards.

This standard applies when the cable assemblies are constructed of cables complying with IEC 61156-1, IEC 61156-2, IEC 61156-3, IEC 61156-4, IEC 61156-5 or IEC 61156-6, and connecting hardware as specified in IEC 60603-7 or IEC 61076-3-104. In the case where cables and/or connectors do not comply with these standards then additional tests may be required.

This standard is organized as follows:

- reference laboratory measurement procedures are specified in Clause 4. In some cases, these procedures may be used in the field;
- descriptions and requirements for measurements in the field are specified in Clause 5;
- performance requirements for field testers and procedures to verify performance are specified in Clause 6.

NOTE 1 This standard does not include tests that are normally performed on the cables and connectors separately. These tests are described in IEC 61156-1 and IEC 60603-7 or IEC 61076-3-104 respectively.

NOTE 2 Wherever possible, cables and connectors used in cable assemblies, even if they are not described in IEC 61156 or IEC 60603-7/IEC 61076-3-104 shall be tested separately according to the tests given in the relevant generic specification. In this case, most of the environmental and mechanical tests described in this standard may be omitted.

NOTE 3 Users of this standard are advised to consult with applications standards, equipment manufacturers and system integrators to determine the suitability of these requirements for specific networking applications

This standard relates to performance with respect to 100 Ω cabling. For 120 Ω or 150 Ω cabling, the same principles apply but the measurement system should correspond to the nominal impedance level.

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 60169-16, *Radio-frequency connectors – Part 16: R.F. coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 7 mm (0.276 in) with screw coupling – Characteristic impedance 50 ohms (75 ohms) (Type N)*

CEI 60169-22, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 22: Connecteurs à deux pôles pour fréquences radioélectriques à verrouillage à baïonnette, applicables à des câbles symétriques blindés à deux conducteurs intérieurs (type BNO)*

CEI 60603-7:1996, *Connecteurs pour fréquences inférieures à 3 MHz pour utilisation avec cartes imprimées – Partie 7: Spécification particulière pour connecteurs à 8 voies, comprenant des embases et des fiches ayant des caractéristiques d'accouplement communes, avec assurance de la qualité*

CEI 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Part 3-104: Rectangular connectors – Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 600 MHz minimum* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*

ISO/IEC 14763-1, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration* (disponible en anglais seulement)

UIT-T Recommandation G.117:1996, *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission*

UIT-T Recommandation O.9:1999, *Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO/IEC 11801 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 câble équipé

combinaison de câble(s) et de connecteur(s) à performance spécifiée, utilisée comme une seule unité destinée à faire partie d'une liaison par câble comme définie dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent)

Exemples: cordon, câble de zone de travail, liaison

3.2 coefficient de réflexion

rapport de la racine carrée complexe de l'onde réfléchie à la racine carrée complexe de l'onde incidente à un accès ou à une section transversale d'un câble équipé lorsque celui-ci est terminé par ses impédances nominale ou d'application, Z_{nom}

$$C_r = \left(\frac{|Z_{in} + Z_{cnom}|}{|Z_{in} - Z_{cnom}|} \right) \quad (1)$$

3.3 facteur d'adaptation

rapport entre la puissance amenée à un câble équipé terminé à l'extrémité éloignée par son impédance caractéristique nominale à la puissance réfléchie à l'accès d'entrée du câble équipé

IEC 60169-22, *Radio-frequency connectors – Part 22: RF two-pole bayonet coupled connectors for use with shielded balanced cables having twin inner conductors (Type BNO)*

IEC 60603-7:1996 *Connectors for frequencies below 3 MHz for use with printed boards – Part 7: Detail specification for connectors, 8-way, including fixed and free connectors with common mating features, with assessed quality*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Part 3-104: Rectangular connectors – Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 600 MHz minimum*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 14763-1, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration*

ITU-T Recommendation G.117:1996, *Transmission aspects of unbalance about earth*

ITU-T Recommendation O.9:1999, *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions in ISO/IEC 11801 and the following apply.

3.1

cable assembly

combination of cable(s) and connector(s) with specified performance, used as a single unit intended to be a part of a cabling link as defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent). Examples: patch cord, work area cord, link

3.2

reflection coefficient

ratio of the complex square root of wave amplitude of the reflected wave to the complex square root of wave amplitude of the incident wave at a port or transverse cross-section of a cable assembly when the cable assembly is terminated with its application or nominal impedances, Z_{nom}

$$C_r = \left(\frac{|Z_{in} + Z_{cnom}|}{|Z_{in} - Z_{cnom}|} \right) \quad (1)$$

3.3

return loss

ratio of the power delivered to a cable assembly terminated at the far end with its nominal characteristic impedance, to the reflected power at the input port of the cable assembly

$$R_1 = 20 \log \left(\frac{u_i}{u_r} \right)$$

ou

$$R_1 = 20 \log \left(\frac{|Z_{in} - Z_{cnom}|}{|Z_{in} + Z_{cnom}|} \right) \quad (2)$$

où

u_i est la tension incidente;

u_r est la tension de réflexion.

3.4

longueur électrique

longueur équivalente en espace libre du câble équipé

3.5

temps de propagation

retard de phase à chaque fréquence dans la gamme de fréquences concernée pour la propagation d'une onde transversale électromagnétique entre les plans de référence du câble équipé, exprimé en nanosecondes par mètre (ns/m)

3.6

rayon de courbure statique minimal

rayon utilisé pour les essais climatiques. Ce rayon est le rayon minimal admissible pour les installations fixes du câble

3.7

rayon de courbure dynamique

rayon de courbure utilisé pour les essais de stabilité de la perte d'atténuation, de stabilité de la longueur électrique et d'endurance aux flexions. Ce rayon est le rayon de courbure minimal pour les applications où le câble équipé est soumis à des flexions. Des rayons de courbure plus grands permettront d'augmenter le nombre maximal de flexions

3.8

affaiblissement de l'écrantage (du câble équipé)

rapport de la racine carrée en mode commun de l'onde de puissance à l'intérieur d'un câble équipé écranée à la racine carrée totale de la puissance qui rayonne à l'extérieur du câble équipé

3.9

affaiblissement asymétrique

rapport de la racine carrée en mode commun de la puissance du signal à la racine carrée en mode différentiel de la puissance du signal dans une paire en raison des propriétés asymétriques de ladite paire

3.10

paradiaphonie

NEXT – near-end cross-talk

mesure, prise à l'extrémité proche, de la racine carrée du couplage de la puissance du signal d'un circuit à un autre circuit dans un câble équipé quand une racine carrée de la puissance du signal est alimentée et mesurée à la même extrémité. La paradiaphonie s'exprime en décibels par rapport à la racine carrée incidente de la puissance du signal.

$$R_1 = 20 \log \left(\frac{u_i}{u_r} \right)$$

or

$$R_1 = 20 \log \left(\frac{|Z_{in} - Z_{cnom}|}{|Z_{in} + Z_{cnom}|} \right) \quad (2)$$

where

u_i is the incident voltage;

u_r is the reflection voltage.

3.4

electrical length

equivalent free-space length of the cable assembly

3.5

propagation delay

phase delay at each frequency in the frequency range of interest for the propagation of a transverse electromagnetic mode (TEM) wave between the reference planes of the cable assembly, expressed in nanoseconds per metre (ns/m)

3.6

minimum static bending radius

radius used in climatic tests which is the minimum permissible for fixed installations of the cable

3.7

dynamic bending radius

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

3.8

screening attenuation (of the cable assembly)

ratio of the common mode square root of power wave inside a screened cable assembly to the total square root of power that radiates outside the cable assembly

3.9

unbalanced attenuation

ratio of the common mode square root of signal power to the differential mode square root of signal power in a pair due to unbalanced properties of the given pair

3.10

near-end crosstalk

NEXT

near end measurement of the square root of signal power coupling from one circuit to another within a cable assembly when a square root of signal power is fed and measured at the same end. It is expressed in dB relative to the incident square root of signal power

3.11

télédiaphonie

FEXT – far-end cross-talk

mesure de la racine carrée du couplage de la puissance du signal depuis la paire émettrice vers une paire voisine à l'extrémité éloignée. La télédiaphonie s'exprime en décibels par rapport au niveau du signal incident

3.12

télédiaphonie de niveau égal

ELFEXT – equal level far-end cross-talk

télédiaphonie (FEXT) moins la perte d'atténuation de la paire perturbée quand les deux nombres sont exprimés en décibels

3.13

essai comparatif

essai effectué pour vérifier l'écart entre les résultats obtenus par la méthode d'essai de référence et ceux obtenus avec un autre montage d'essai (c'est-à-dire appareil de contrôle sur le terrain)

3.14

impédance nominale

impédance pour laquelle le système est conçu. L'impédance nominale est résistive

3.15

plan de référence

position de référence de l'élément de câblage en essai ou du connecteur à accouplement nécessaire à laquelle les exigences de performance sont spécifiées

3.16

somme des puissances

NEXT et FEXT et ELFEXT

la diaphonie de la somme des puissances tient compte de la diaphonie combinée sur une paire réceptrice de tous les perturbateurs agissant simultanément

3.17

différence des temps de propagation

valeur la plus défavorable de la différence de retard de phase entre des paires quelconques dans le même câble équipé

3.18

équilibre du signal de sortie

OSB – output signal balance

rapport de la tension de sortie en mode commun sur la tension de sortie en mode différentiel générée par un accès source

3.19

résistance en courant continu

la résistance en boucle en courant continu est une mesure de la somme de la résistance en courant continu des deux fils d'une paire

3.20

ACR paire à paire

différence entre la paradiaphonie paire à paire et la perte d'atténuation (IL) du câblage en dB

3.21

ACR de la somme des puissances

différence entre la paradiaphonie de la somme des puissances et la perte d'atténuation (IL) du câblage en dB

3.11**far-end crosstalk****FEXT**

measurement of square root of signal power coupling from the transmitting pair to a neighbouring pair at the far end. It is expressed in dB relative to the incident signal level

3.12**equal level far-end crosstalk****ELFEXT**

FEXT minus the insertion loss of the disturbed pair when both numbers are expressed in dB

3.13**comparative test**

test that is performed to check the deviation between the results obtained with the reference test method and those obtained with another test set-up (i.e. field test equipment)

3.14**nominal impedance**

impedance for which the system is designed. The nominal impedance is resistive

3.15**reference plane**

reference position of the cabling element under test or necessary mating connector at which the performance requirements are specified

3.16**power sum****NEXT and FEXT and ELFEXT**

power sum crosstalk takes in the combined crosstalk on a receiving pair from all disturbers operating simultaneously

3.17**delay skew**

worst case value of the phase delay difference between any pair in the same cable assembly

3.18**output signal balance****OSB**

ratio of the output common mode voltage to the output differential voltage generated by a source port

3.19**d.c. resistance**

d.c. loop resistance is a measure of the sum total of the d.c. resistance of the wires of a wire pair

3.20**pair-to-pair ACR**

difference between the pair-to-pair NEXT and the insertion loss (IL) of the cabling in dB

3.21**power sum ACR**

difference between the power sum NEXT and the insertion loss (IL) of the cabling in dB

4 Procédures de mesures de référence pour les propriétés électriques

4.1 Généralités

Cet article décrit les procédures de mesures de référence pour les paramètres électriques. Les procédures de mesures sont destinées à être utilisées dans un environnement de laboratoire avec des équipements de laboratoire. Dans certains cas, une procédure de mesure peut aussi s'appliquer aux essais sur le terrain. Si tel est le cas, la procédure doit être identifiée de façon spécifique comme convenant aux essais sur le terrain et les précautions appropriées doivent être décrites.

4.2 Considérations relatives au matériel d'essai

Les procédures de mesures de référence décrites dans la présente norme exigent l'utilisation d'un analyseur de réseaux, de transformateurs à fréquence radioélectrique (symétriseurs), de cordons d'essai à paires torsadées (TP – Twisted Pair) et de terminaisons d'adaptation d'impédance. Des instruments d'essai générateurs/récepteurs séparés peuvent aussi être utilisés pour certaines des mesures. D'autres procédures de mesures qui peuvent donner des résultats équivalents peuvent être utilisées.

4.2.1 Exigences d'essai des analyseurs de réseaux

En général, les bornes d'entrée et de sortie d'un analyseur de réseaux sont asymétriques. Des transformateurs RF avec sorties équilibrées (symétriseurs) sont nécessaires avec des connexions du signal asymétrique vers l'analyseur de réseaux.

Avant les essais, le montage d'essai doit être étalonné au plan de référence spécifié pour l'élément en essai. Des étalonnages complets à un accès doivent être utilisés lorsque les mesures effectuées sont à un accès (par exemple facteur d'adaptation), un étalonnage complet à deux accès doit être utilisé lorsque les mesures effectuées sont à deux accès (par exemple perte d'atténuation).

4.2.2 Terminaison des paires de conducteurs

Pendant les mesures, toutes les paires de conducteurs de l'élément en essai doivent se terminer aux deux extrémités par des charges à adaptation d'impédance. Pour les paires en essai, les instruments d'essai y pourvoient à une extrémité ou aux deux extrémités. Pour les paires non soumises aux essais ou non connectées aux instruments d'essai, des charges à résistances ou des symétriseurs refermés doivent être appliqués.

Sauf spécification contraire, l'impédance nominale en mode différentiel de la terminaison doit être de 100 Ω pour les éléments de 100 Ω et de 120 Ω et de 150 Ω pour les éléments de 150 Ω . L'impédance nominale en mode commun doit être de 50 $\Omega \pm 25 \Omega$, sauf spécification contraire dans la procédure de mesure.

NOTE La valeur exacte de l'impédance en mode commun n'est pas critique pour la plupart des mesures. Normalement, une valeur de 75 Ω est utilisée pour les câblages non écrantés alors qu'une valeur de 25 Ω est utilisée pour les câblages écrantés.

Les charges à résistances doivent utiliser des résistances spécifiées comme ayant une précision de $\pm 1\%$ en courant continu et un facteur d'adaptation supérieur à $40 - 10\log(f/100)$ où f est la fréquence en mégahertz (MHz). Pour les paires connectées à un symétriseur, la charge en mode commun est mise en œuvre en appliquant une charge à la prise centrale du symétriseur. L'impédance de la charge est égale à l'impédance en mode commun. Pour les paires connectées à d'autres types d'appareils d'équilibrage (diviseurs de puissance à 180°), la charge en mode commun est mise en œuvre par l'utilisation d'un atténuateur à chacune des terminaisons équilibrées de l'appareil d'équilibrage. Cette méthode est aussi utilisée si la prise centrale n'est pas disponible sur le symétriseur utilisé. L'affaiblissement fourni par les

4 Reference measurement procedures for electrical properties

4.1 General

This Clause describes reference measurement procedures for electrical parameters. The measurement procedures are intended to be used in a laboratory environment using laboratory equipment. In some cases, a measurement procedure may also be applicable for field testing. If this is the case, the procedure shall be specifically identified as being suitable for field testing and appropriate precautions shall be described.

4.2 Test equipment considerations

The reference measurement procedures that are described in this standard require the use of a network analyser, r.f. transformers (baluns), twisted pair (TP) test leads and impedance matching terminations. Separate generator/receiver test instrumentation may also be used for some of the measurements. Other measurement procedures, which can be shown to yield equivalent results, may be used.

4.2.1 Network analyser test requirements

Usually the input and output terminals of a network analyser are unbalanced. R.F. transformers with balanced outputs (baluns) are required with unbalanced signal connections to the network analyser.

The test set-up shall be calibrated at the specified reference plane for the element under test before testing. Full one-port calibrations shall be used when making one-port (e.g. return loss) measurements. Full two-port calibration shall be used when making two-port measurements (e.g. insertion loss) measurements.

4.2.2 Termination of conductor pairs

During measurement, all conductor pairs of the element under test shall be terminated at both ends with impedance matching loads. For pairs under test, this is provided by the test instrumentation at one or both ends. For pairs not under test or not connected to test instrumentation, resistor loads or terminated baluns shall be applied.

Unless otherwise specified, the nominal differential mode impedance of the termination shall be 100 Ω for 100 Ω and 120 Ω elements, and 150 Ω for 150 Ω elements. The nominal common mode impedance shall be 50 $\Omega \pm 25 \Omega$ unless otherwise specified in the measurement procedure.

NOTE The exact value of the common mode impedance is not critical for most measurements. Normally, a value of 75 Ω is used for unscreened cabling while a value of 25 Ω is used for screened cabling.

Resistor loads shall use resistors specified for ± 1 % accuracy at d.c. and have a return loss greater than $40 - 10\log(f/100)$ where f is the frequency in megahertz (MHz). For pairs connected to a balun, common mode load is implemented by applying a load at the centre tap of the balun. The impedance of the load is equal to the common mode impedance. For pairs connected to other kinds of balancing devices (180° power splitters), common mode load is implemented by use of an attenuator at each of the balanced terminals of the balancing device. This method is also used if the centre tap is not available at the balun used.

atténuateurs doit être supérieur à 6 dB (voir Figure 3). L'impédance en mode commun est d'environ un quart de l'impédance en mode différentiel pour cette mise en œuvre. Pour les paires connectées à des charges à résistance, la charge en mode commun est mise en œuvre par la configuration Y donnée à la Figure 1.

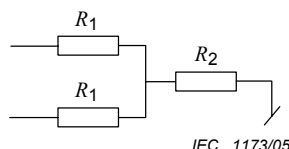


Figure 1 – Charge à résistance

où

$$R_1 = \frac{R_{\text{dif}}}{2} \quad (3)$$

et

$$R_2 = R_{\text{com}} - \frac{R_{\text{dif}}}{4} \quad (4)$$

où

R_{dif} est l'impédance en mode différentiel (Ω);

R_{com} est l'impédance en mode commun (Ω).

Pour les éléments non écartés, les points de terminaison en mode commun pour toutes les paires sont connectés ensemble à l'une ou l'autre extrémité de l'élément. Pour les éléments écartés, les points de terminaison en mode commun sont connectés à l'écran ou aux écrans du câble à chaque extrémité de l'élément.

4.2.3 Charges de référence pour étalonnage

Pour effectuer un étalonnage à un ou deux accès des matériels d'essai, un court-circuit, un circuit ouvert et une impédance de terminaison sont nécessaires. Ces dispositifs doivent être utilisés pour obtenir un étalonnage au niveau du plan de référence.

L'impédance de terminaison doit être étalonnée en fonction de la référence d'étalonnage, qui doit être une charge de 50 Ω , identifiable par rapport à une norme internationale de référence. Si la valeur de la charge de référence pour l'étalonnage est de 100 Ω , deux charges en parallèle doivent être étalonnées en fonction de la référence d'étalonnage. Si la valeur de la charge de référence pour l'étalonnage est de 150 Ω , trois charges en parallèle doivent être étalonnées en fonction de la référence d'étalonnage. Les charges de référence pour l'étalonnage doivent être placées dans un connecteur de type N conformément à la CEI 60169-16, destiné à être monté sur panneau et qui est usiné à plat sur l'arrière. Les charges doivent être fixées au côté plat du connecteur, réparties uniformément autour du conducteur central. Un analyseur de réseaux doit être étalonné, étalonnage complet à un accès avec la référence d'étalonnage. Ensuite, le facteur d'adaptation des charges de référence pour l'étalonnage doit être mesuré. Le facteur d'adaptation vérifié doit être > 40 dB aux fréquences auxquelles les mesures doivent être effectuées.

4.2.4 Configurations d'essai

Les configurations de câblage qui sont soumises à essai sur le terrain sont les suivantes:

– Voie

La configuration d'essai de la voie est destinée à être utilisée par les concepteurs de systèmes et les utilisateurs de systèmes de transmission de données pour vérifier le fonctionnement de l'ensemble de la voie. La voie telle que définie dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent), comprend jusqu'à 90 m de câble horizontal, un cordon d'équipement de la

The attenuation provided by the attenuators shall be > 6 dB (see Figure 3). The common mode impedance is approximately one quarter of the differential mode impedance for this implementation. For pairs connected to resistor loads, common mode load is implemented by the Y configuration shown in Figure 1.

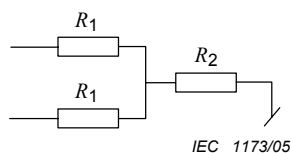


Figure 1 – Resistor load

where

$$R_1 = \frac{R_{\text{dif}}}{2} \quad (3)$$

and

$$R_2 = R_{\text{com}} - \frac{R_{\text{dif}}}{4} \quad (4)$$

where

R_{dif} is the differential mode resistance (Ω);

R_{com} is the common mode resistance (Ω).

For unscreened elements the common mode termination points for all pairs are connected together at either end of the element. For screened elements, the common mode termination points are connected to the cable screen or screens at each end of the element.

4.2.3 Reference loads for calibration

To perform a one or two-port calibration of the test equipment, a short circuit, an open circuit and an impedance termination are required. These devices shall be used to obtain a calibration at the reference plane.

The impedance termination shall be calibrated against a calibration reference, which shall be a 50 Ω load, traceable to an international reference standard. If the value of the reference load for calibration is 100 Ω , two loads in parallel shall be calibrated against the calibration reference. If the value of the reference load for calibration is 150 Ω , three loads in parallel shall be calibrated against the calibration reference. The reference loads for calibration shall be placed in an N type connector according to IEC 60169-16, meant for panel mounting, which is machined flat on the back side. The loads shall be fixed to the flat side of the connector, distributed evenly around the centre conductor. A network analyser shall be calibrated, one port full calibration, with the calibration reference. Thereafter, the return loss of the reference loads for calibration shall be measured. The verified return loss shall be >40 dB at the frequencies for which the measurements are to be carried out.

4.2.4 Test configurations

The cabling configurations that are tested in the field are as follows:

– Channel.

The channel test configuration is intended to be used by system designers and users of data communication systems to verify the performance of the overall channel. The channel as defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent), includes the horizontal cable, a work area equipment cord, a telecommunications outlet/connector, an optional transition connection

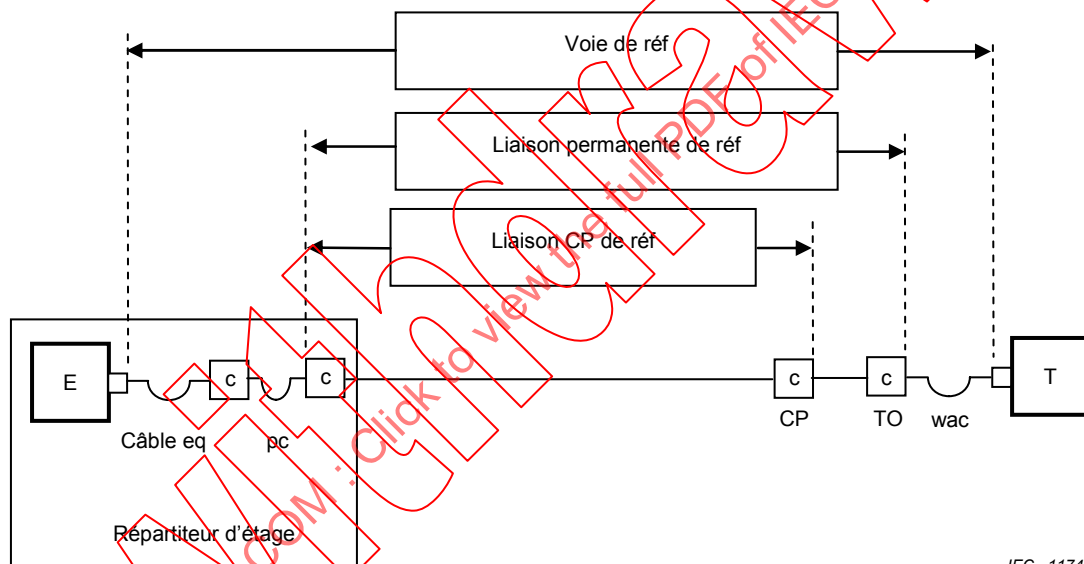
zone de travail, une sortie/un connecteur de télécommunications, une connexion de transition facultative proche de la zone de travail et deux connexions interconnectées dans le répartiteur d'étage. La longueur totale de la zone de travail, des cordons et des jarretières ne doit pas dépasser 10 m. Les connexions aux équipements à chaque extrémité de la voie ne sont pas comprises dans la définition de la voie. Le cordon de l'utilisateur final doit être utilisé pour vérifier le fonctionnement de la voie.

– Liaison permanente

La configuration d'essai de la liaison permanente est destinée à être utilisée par les installateurs et les utilisateurs de systèmes de transmission de données pour vérifier les performances du câblage installé en permanence. Le répartiteur de liaison permanente tel que défini dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent) se compose du câblage horizontal et d'une connexion à chaque extrémité. La liaison permanente exclut à la fois la portion de câble du cordon d'essai de l'appareil de contrôle et la connexion à l'appareil d'essai, mais elle peut inclure le point de transition facultatif.

– Liaison CP

La configuration d'essai de la liaison CP est destinée à être utilisée par les installateurs et les utilisateurs de systèmes de transmission de données pour vérifier la portion d'une liaison permanente entre le répartiteur d'étage et le point de consolidation.



IEC 1174/05

Légende

Voie de référence	plans de référence pour voie
Liaison permanente de référence	plans de référence pour la liaison permanente
Liaison CP de référence	plans de référence pour la liaison CP
E	équipement à l'intérieur du répartiteur d'étage
c	connexion
T	équipement terminal dans la zone de travail
TO	prise de télécommunication (telecommunications outlet)
CP	point de consolidation (consolidation point)
Câble eq	câble d'équipement
pc	cordons (patch cord)
wac	câble de zone de travail (work area cable)

Figure 2 – Plans de référence pour liaison et voie permanente

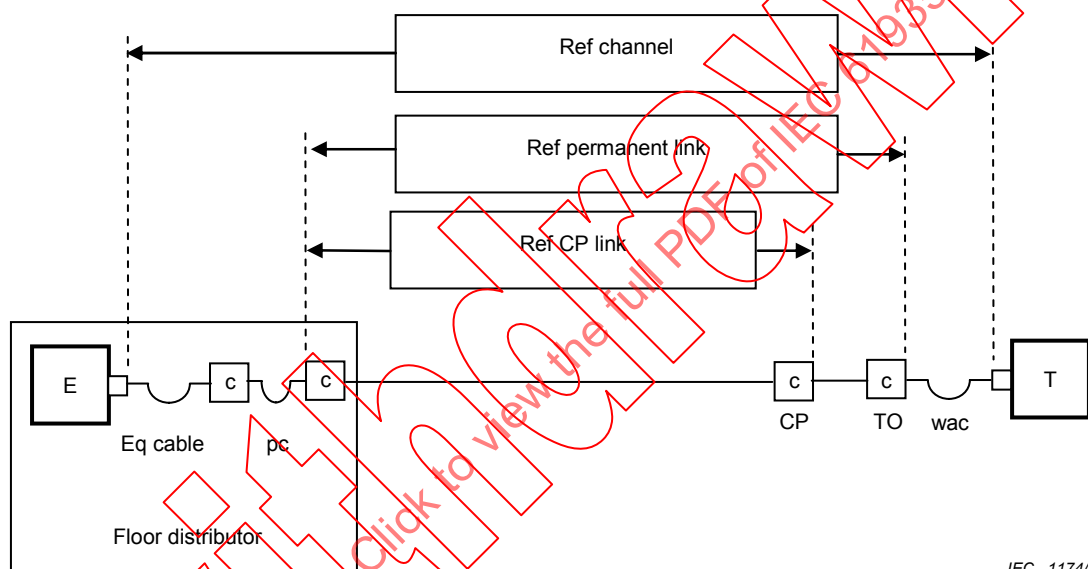
close to the work area and two cross-connect connections in the floor distributor. The total length of work area, patch cords and jumpers shall not exceed 10 m. The connections to the equipment at each end of the channel are not included in the channel definition. The end-user patch cord shall be used to test channel performance.

– Permanent link.

The permanent link test configuration is intended to be used by installers and users of data communication systems to verify the performance of permanently installed cabling. The permanent link distributor as defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent) consists of the horizontal cabling and one connection at each end. The permanent link excludes both the cable portion of the test cord of the test equipment and the connection to the test equipment, but may include the optional transition point.

– CP Link.

The CP link test configuration is intended to be used by installers and users of data communication systems to verify the portion of a permanent link between the floor distributor and consolidation point.



IEC 1174/05

Key

Ref channel	reference planes for channel
Ref permanent link	reference planes for the permanent link
Ref CP link	reference planes for the CP link
E	equipment in floor distributor
c	connection
T	terminal equipment in work area
TO	telecommunications outlet
CP	consolidation point
Eq cable	equipment cable
pc	patch cord
wac	work area cable

Figure 2 – Reference planes for permanent link and channel

Les plans de référence de la configuration d'essai d'une liaison permanente sont à l'extrémité des cordons d'essai de la liaison permanente où le câble entre dans le corps de la fiche fixée aux cordons d'essai à l'extrémité locale et où le câble sort de la fiche fixée au cordon d'essai à l'extrémité éloignée, chacun étant accouplé à la liaison permanente en essai. Dans la pratique, il convient que le plan de mesure de référence soit à plus ou moins 50 mm de la définition du plan de référence pendant la réalisation des mesures sur une liaison permanente. Les plans de référence de la configuration d'essai d'une voie sont à l'extrémité des cordons utilisateur où le câble entre dans le corps de la fiche fixée au cordon utilisateur à l'extrémité locale et où le câble sort de la fiche fixée au cordon utilisateur à l'extrémité éloignée chacun étant accouplé à l'adaptateur de voie. Dans la pratique, il convient que le plan de mesure de référence soit dans une zone de 50 mm autour de la définition du plan de référence pendant la réalisation des mesures sur une voie.

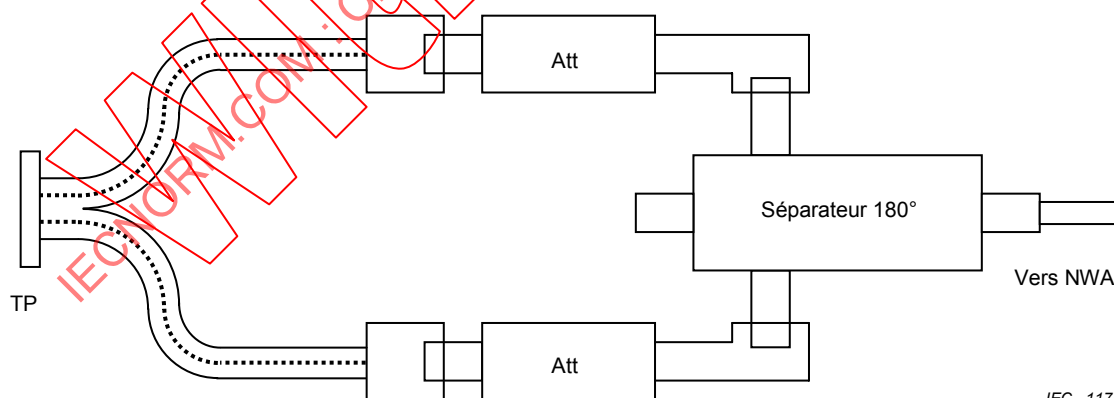
4.2.5 Câbles coaxiaux et cordons d'essai pour analyseurs de réseaux

Il convient que les câbles équipés coaxiaux entre l'analyseur de réseaux et les symétriseurs soient aussi courts que possible. (Il est recommandé qu'ils ne dépassent pas 600 mm chacun). Les symétriseurs doivent être fixés à un plan de masse commun.

Les cordons d'essai symétriques et le matériel de connexion associé pour effectuer la connexion entre les matériels d'essai et le câble équipé en essai doivent être pris sur des composants qui satisfont au moins aux exigences de la catégorie du câble équipé en essai. Les cordons d'essai symétriques doivent être limités à une longueur de 50 mm entre chaque symétriseur et le plan de référence de l'élément en essai. Les paires doivent rester torsadées à partir des symétriseurs jusqu'à l'endroit où sont réalisées les connexions, et les cordons d'essai symétriques non écrantés doivent être séparés de tout plan de masse par 5 mm.

4.2.6 Exigences pour les symétriseurs

Deux classes de symétriseurs avec des niveaux de performance différents sont définies. Ceci est destiné à faciliter les mesures jusqu'à 1 GHz avec les symétriseurs du commerce. Les symétriseurs peuvent être des transformateurs à symétriseur ou des hybrides à 180° avec des atténuateurs pour améliorer l'adaptation, si nécessaire (voir Figure 3).



IEC 1175/05

Légende

Att	atténuateur
Séparateur à 180°	séparateur de phase à 180 degrés
Vers NWA	connexion vers analyseur de réseaux
TP	connexions au niveau de l'accès d'essai (test port)

Figure 3 – Hybride à 180° utilisé comme symétriseur

The test configuration reference planes of a permanent link are at the end of the permanent link test cords where the cable enters the body of the plug attached to the test cords at the local end, and where the cable exits the body of the plug attached to the test cord at the remote end, which each mate with the permanent link under test. Practically, the reference plane of measurement should be within 50 mm from the reference plane definition when making measurements on a permanent link. The test configuration reference plane of a channel are at the end of the user patch cords where the cable enters the body of the plug attached to the user patch cord at the local end, and where the cable exits the body of the plug attached to the user patch cord at the remote end, which each mate with the channel adapter. Practically, the reference plane of measurement should be within 50 mm of the reference plane definition when making measurements on a channel.

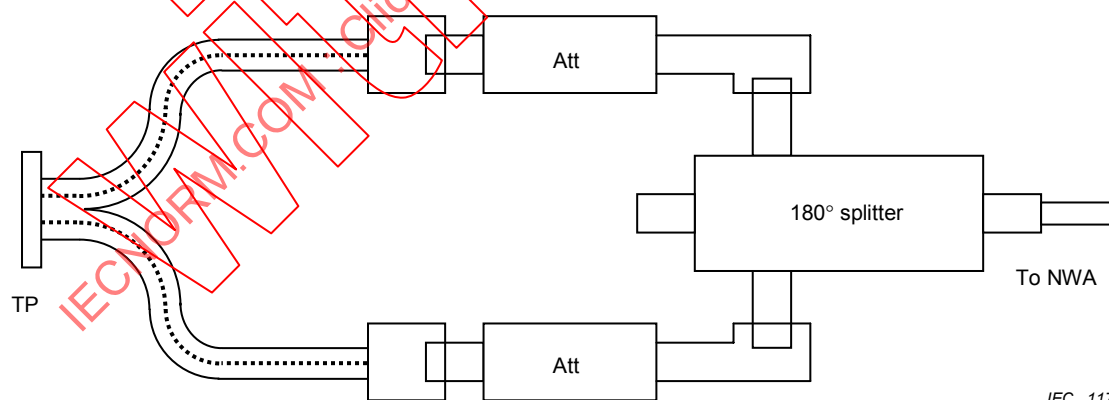
4.2.5 Coaxial cables and test leads for network analysers

Coaxial cable assemblies between the network analyser and baluns should be as short as possible. (It is recommended that they do not exceed 600 mm each). The baluns shall be attached to a common ground plane.

Balanced test leads and associated connecting hardware to connect between the test equipment and the cable assembly under test shall be taken from components that meet or exceed the requirements for the category of the cable assembly under test. Balanced test leads shall be limited to a length of 50 mm between each balun and the reference plane of the element under test. Pairs shall remain twisted from the baluns to where connections are made, and unscreened balanced test leads shall be separated by 5 mm from any ground plane.

4.2.6 Balun requirements

Two classes of baluns with different performance levels are defined. This is in order to facilitate measurements up to 1 GHz with commercially available baluns. The baluns may be balun transformers or 180° hybrids with attenuators to improve matching if needed (see Figure 3).



IEC 1175/05

Key

Att	attenuator
180 ° splitter	180 degrees phase splitter
to NWA	connection to network analyser
TP	connections at test port

Figure 3 – 180° hybrid used as a balun

Deux classes A de symétriseurs sont spécifiées. Les symétriseurs de la classe A-250 sont spécifiés pour les mesures de la réponse fréquentielle jusqu'à 250 MHz; les symétriseurs de la classe A-600 sont spécifiés pour les mesures de la réponse fréquentielle jusqu'à 600 MHz.

Les symétriseurs de la classe A sont utilisés de manière préférentielle pour la vérification des caractéristiques de performance de toutes les classes de câblage.

Les symétriseurs de la classe B peuvent être utilisés pour vérifier les performances de toutes les classes de câblage sous réserve que la performance moindre du symétriseur soit prise en compte dans le calcul des erreurs de mesure.

Les spécifications pour les symétriseurs de classes A et B s'appliquent à toute la gamme de fréquences pour laquelle le symétriseur est utilisé. Les symétriseurs doivent être protégés contre les perturbations radioélectriques et être conformes aux exigences données au Tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai

Paramètre	Valeur Classe A-250	Valeur Classe A-600	Valeur Classe B
Impédance, primaire ^a	50 Ω non symétrique	50 Ω non symétrique	50 Ω non symétrique
Impédance, secondaire	Symétrique, adapté ^d	Symétrique, adapté	Symétrique, adapté
Perte d'atténuation	3 dB maximum	3 dB maximum	10 dB maximum
Facteur d'adaptation secondaire	20 dB minimum	12 dB minimum, 1 MHz – 15 MHz 20 dB minimum, 15 MHz – 550 MHz 17.5 dB minimum 550 MHz – 600 MHz	6 dB minimum
Facteur d'adaptation, Mode commun ^b	10 dB minimum	15 dB minimum, 1 MHz – 15 MHz 20 dB minimum 15 MHz – 400 MHz 15 dB minimum, 400 MHz – 600 MHz	10 dB minimum
Puissance nominale	0,1 W minimum	0,1 W minimum	0,1 W minimum
Equilibre longitudinal ^c	60 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz – 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz – 600 MHz	35 dB minimum
Equilibre Signal de sortie ^c	50 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz – 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz – 600 MHz	35 dB minimum
Réjection en mode commun ^c	50 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz – 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz – 600 MHz	35 dB minimum
^a L'impédance primaire peut varier, si nécessaire, pour tenir compte des sorties de l'analyseur autres que 50 Ω . ^b Mesuré en connectant les bornes de sortie symétriques et en mesurant le facteur d'adaptation. La borne d'entrée non symétrique du symétriseur doit être terminée par une charge de 50 Ω . ^c Mesuré selon les Recommandations UIT-T G.117 et UIT-TO.9. ^d Pour les câbles de 120 Ω , les symétriseurs de 120 Ω seront utilisés uniquement dans les cas où l'utilisateur le demande. En général, des symétriseurs de 100 Ω seront utilisés.			
Lignes directrices spéciales pour l'utilisation de symétriseurs: NOTE 1 Pour une plus grande précision, il convient que les symétriseurs soient fournis avec des connecteurs (par exemple avec des connecteurs conformes à la CEI 60169-22). NOTE 2 Pour les essais jusqu'à 250 MHz, il convient d'utiliser des symétriseurs de la classe A-250. NOTE 3 Les symétriseurs de classe B peuvent être utilisés sur toute la gamme de fréquences à laquelle s'appliquent leurs spécifications, à condition que l'équilibre de leur signal de sortie soit supérieur à 50 dB en dessous de 100 MHz. NOTE 4 Pour les symétriseurs de classe B, il y a un compromis entre la perte d'atténuation et le facteur d'adaptation. Le facteur d'adaptation peut être amélioré en utilisant un atténuateur, ce qui augmente alors la perte d'atténuation. Si facteur d'adaptation est inférieur à 10 dB, il faut que la perte d'atténuation soit inférieure à 5 dB. Si la perte d'atténuation est supérieure à 5 dB, le facteur d'adaptation doit être supérieur à 10 dB.			

There are two class A balun requirements specified. class A-250 baluns are specified for frequency response measurements up to 250 MHz; class A-600 baluns are specified for frequency response measurements up to 600 MHz.

Class A baluns are preferred for the verifying of performance characteristics of all classes of cabling.

Class B baluns may be used to verify performance of all classes of cabling provided that the lower performance of the balun is taken into account in the measurement error calculation.

The specifications for classes A and B baluns apply for the whole frequency range for which the balun is used. Baluns shall be RFI shielded and shall comply with the requirements given in Table 1.

Table 1 – Test balun performance characteristics

Parameter	Class A-250 value	Class A-600 value	Class B value
Impedance, primary ^a	50 Ω unbalanced	50 Ω unbalanced	50 Ω unbalanced
Impedance, secondary	Matched balanced ^d	Matched balanced	Matched balanced
Insertion loss	3 dB maximum	3 dB maximum	10 dB maximum
Return loss secondary	20 dB minimum	12 dB minimum, 1 MHz - 15 MHz 20 dB minimum, 15 MHz - 550 MHz 17.5 dB minimum 550 MHz - 600 MHz	6 dB minimum
Return loss, Common mode ^b	10 dB minimum	15 dB minimum, 1 MHz - 15 MHz 20 dB minimum, 15 MHz - 400 MHz 15 dB minimum, 400 MHz - 600 MHz	10 dB minimum
Power rating	0,1 W minimum	0,1 W minimum	0,1 W minimum
Longitudinal balance ^c	60 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz - 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz - 600 MHz	35 dB minimum
Output signal balance ^c	50 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz - 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz - 600 MHz	35 dB minimum
Common mode rejection ^c	50 dB minimum	60 dB minimum, 15 MHz - 350 MHz 50 dB minimum, 350 MHz - 600 MHz	35 dB minimum
^a Primary impedance may differ, if necessary to accommodate analyser outputs other than 50 Ω. ^b Measured by connecting the balanced output terminals together and measuring the return loss. The unbalanced balun input terminal shall be terminated by a 50 Ω load. ^c Measured per ITU-T Recommendations G.117 and O.9. ^d For 120 Ω cables, 120 Ω baluns will be used only in cases where it is requested by the user. Usually 100 Ω baluns will be used.			
Special guidelines for use of baluns: NOTE 1 For best accuracy, the baluns should be supplied with connectors (e.g. with IEC 60169-22 connectors). NOTE 2 For tests up to 250 MHz, class A-250 baluns should be used. NOTE 3 Class B baluns can be used in the whole frequency range for which their specifications apply, provided their output signal balance is better than 50 dB below 100 MHz. NOTE 4 For class B baluns there is a trade off between insertion loss and return loss. Return loss can be improved by using an attenuator, which then increases insertion loss. If return loss is less than 10 dB, insertion loss must be less than 5 dB. If insertion loss is higher than 5 dB, return loss must be higher than 10 dB.			

4.2.7 Précautions concernant les mesures par l'analyseur de réseaux

Pour assurer un niveau élevé de fiabilité des mesures de transmission, les précautions suivantes sont exigées:

- a) Le plan de référence de l'étalonnage doit coïncider avec le plan de référence de mesure; en cas de différences, l'amplitude des erreurs doit être déterminée.
- b) Des symétriseurs et des charges à résistance cohérentes et stables doivent être utilisés pour chaque paire pendant toute la séquence d'essai (voir 4.2.2).
- c) Eviter avant, pendant et après les essais, les discontinuités dans les câbles et les adaptateurs, qui peuvent être causées par les flexions, les coudes en équerre et les forces contraignantes.
- d) Préserver, dans toute la mesure du possible, l'espacement relatif des paires de conducteurs pendant toute la durée des essais.
- e) Maintenir les conducteurs des câbles symétriques et les interconnexions d'essai non écartés à l'écart des surfaces métalliques, telles que plans de masse, et isolés des sources de brouillage électromagnétique.
- f) Maintenir, dans la mesure du possible, la symétrie des câbles par des longueurs de conducteurs et un torsadage de paires cohérents jusqu'au point de charge.
- g) Maintenir les longueurs des lignes imprimées et des câbles symétriques coaxiaux aussi courtes que possible de façon à réduire les effets parasites et la résonance.
- h) Réaliser les connexions avec les symétriseurs et les interfaces des embases de circuit intégré de telle sorte que le mouvement du conducteur résultant de la connexion des différentes paires à l'analyseur de réseaux/aux symétriseurs produise une variabilité minimale pour des mesures répétées sur le même câble de référence ($\pm 0,25$ dB ou moins est acceptable). Lorsque c'est possible, un montage d'essai rigide est recommandé.
- i) Les conditions de surcharge de l'analyseur de réseaux doivent être évitées.
- j) La sensibilité aux écarts de montage pour ces mesures à des fréquences élevées nécessite de prêter attention aux détails à la fois pour l'équipement de mesure et pour les procédures. L'interprétation des données et l'application des exigences ne sont appropriées que s'il est possible d'obtenir une répétabilité satisfaisante des mesures de ± 1 dB.

4.2.8 Compte rendu et précision

L'incertitude de mesure doit être déterminée pour chaque essai. Elle doit être calculée en déterminant l'incertitude provenant de chaque source d'erreur exprimée sous la forme de la mesure résultante dans le résultat. Les valeurs des différentes sources d'erreur sont basées sur les spécifications des appareils de mesure, les erreurs calculées à partir de charges d'étalonnage imparfaites et sur l'expérience des mesures. L'incertitude globale estimée des mesures est calculée comme étant le double de la mesure résultante d'incertitude provenant des différentes sources d'erreurs. La mesure résultante d'incertitude se calcule comme suit:

$$\sigma_{\text{res}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2} \quad (5)$$

où σ_1 à σ_n est la mesure de l'incertitude des différentes sources d'erreur.

L'incertitude globale des mesures se définit comme $2 \sigma_{\text{res}}$ ce qui est approximativement équivalent à un niveau de confiance de 95 %. Une bande d'incertitude des mesures est déterminée de chaque côté de la limite spécifiée.

Les incertitudes stipulées à l'Article 4 du présent document sont spécifiées aux limites d'acceptation/de refus pour liaison permanente de classe F.

4.2.7 Network analyser measurement precautions

To assure a high degree of reliability for transmission measurements, the following precautions are required:

- a) the reference plane of the calibration shall coincide with the measurement reference plane; in case of differences the magnitude of errors shall be determined;
- b) consistent and stable baluns and resistor loads shall be used for each pair throughout the test sequence (see 4.2.2);
- c) cable and adapter discontinuities, as introduced by physical flexing, sharp bends and restraints shall be avoided before, during and after the tests;
- d) the relative spacing of conductor pairs shall be preserved throughout the tests to the greatest extent possible;
- e) unscreened balanced cable test leads and interconnects shall remain separated from metallic surfaces, such as ground planes, and isolated from sources of Electromagnetic Interference (EMI);
- f) the balance of the cables is maintained to the greatest extent possible by consistent conductor lengths and pair twisting to the point of load;
- g) coaxial, balanced lead and printed line lengths shall be kept as short as possible so that resonance and parasitic effects are minimised;
- h) connections to the baluns and IC socket interfaces shall be made in such a way that conductor movement resulting from connection of different pairs to the network analyser/baluns shall produce minimal variability for repeated measurements on the same reference cable ($\pm 0,25$ dB or less is acceptable). Where practical, a rigid test fixture is recommended;
- i) overload conditions of the network analyser shall be avoided;
- j) the sensitivity to set-up variations for these measurements at high frequencies demands attention to detail for both the measurement equipment and the procedures. Data interpretation and application of the requirements is appropriate only if a satisfactory measurement repeatability of ± 1 dB or better is achieved.

4.2.8 Data reporting and accuracy

The measurement uncertainty shall be determined for each test. This shall be calculated by determining the uncertainty from each error source expressed as the resulting spread in the result. The values of the different error sources are based on instrumentation specifications, calculated errors from imperfect calibration loads and measurement experience. The overall estimated measurement uncertainty is calculated as two times the resulting spread coming from the different error sources. The resulting spread is calculated as:

$$\sigma_{\text{res}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2} \quad (5)$$

where σ_1 to σ_n is the spread of the different error sources.

The overall measurement uncertainty is defined as $2 \sigma_{\text{res}}$ which is approximately equivalent to a 95 % confidence level. A measurement uncertainty band is determined on both sides of the specified limit.

The uncertainties specified in Clause 4 of this document are specified at the pass/fail limits for class F permanent link.

Les résultats d'essai qui sont hors de la bande d'incertitude sont déclarés «acceptés» ou «refusés». Les résultats d'essai qui sont à l'intérieur de la bande d'incertitude sont déclarés «*acceptés» ou «*refusés» selon le cas. Il doit être défini dans les spécifications particulières appropriées ou convenu dans le cadre de la spécification contractuelle dans quelle mesure des résultats «*» doivent déterminer soit l'approbation soit la non-approbation de l'élément en essai.

Un exemple du procédé est donné à la Figure 12.

4.3 Résistance en boucle en courant continu

Cet essai est applicable aux essais en laboratoire et sur les câblages installés.

4.3.1 Objet

L'objet de cet essai est de s'assurer de la continuité en courant continu et à basse fréquence des conducteurs.

4.3.2 Méthode d'essai

La mesure de la résistance en boucle doit être effectuée sur chaque paire de fils à l'extrémité proche après avoir appliqué un court-circuit entre chaque fil de la paire concernée à l'extrémité éloignée.

4.3.3 Matériel et montage d'essai

Un ohmmètre à quatre bornes adapté aux mesures de faible résistance doit être utilisé. Les paires à l'extrémité éloignée de l'élément en essai doivent être court-circuitées au plan de référence. Le montage d'essai est indiqué à la Figure 4.

4.3.4 Procédure

4.3.4.1 Etalonnage

L'ohmmètre doit être étalonné pour $0\ \Omega$ aux extrémités des conducteurs d'essai. Après étalonnage, les conducteurs d'essai doivent être connectés à l'élément au plan de référence de mesure.

4.3.4.2 Mesure

La résistance en boucle pour les quatre paires doit être mesurée.

Test results that are outside the uncertainty band are reported as either 'pass' or 'fail'. Test results that are inside the uncertainty band are reported as either '*pass' or '*fail' as appropriate. To which extent '*' results shall determine approval or disapproval of the element under test shall be defined in the relevant detail specification, or agreed on as a part of a contractual specification.

An example of how this may be done is given in Figure 12.

4.3 DC loop resistance

This test is applicable to laboratory and installed cabling testing.

4.3.1 Object

The object of this test is to ensure the d.c. and low frequency continuity of the conductors.

4.3.2 Test method

Measurement of loop resistance shall be carried out on each wire pair at the near end after applying a short circuit between each wire of that wire pair at the far end.

4.3.3 Test equipment and set-up

A four terminal ohmmeter suitable for low resistance measurements shall be used. The pairs at the far end of the element under test shall be short-circuited at the reference plane. The test set-up is shown in Figure 4.

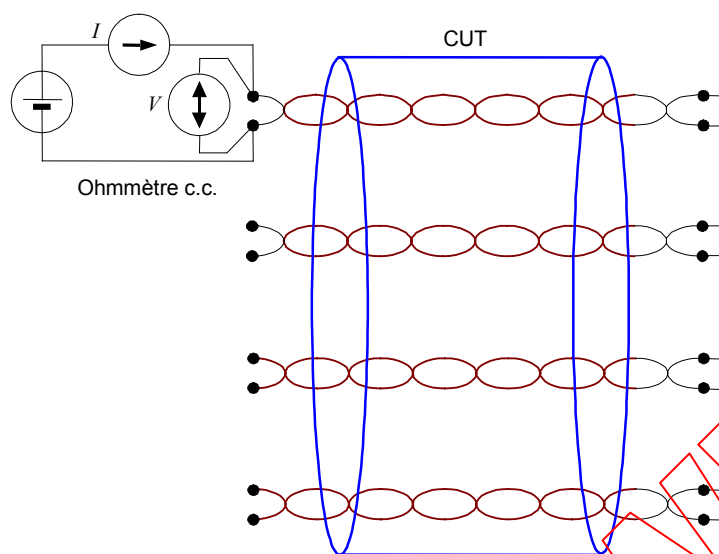
4.3.4 Procedure

4.3.4.1 Calibration

The ohmmeter shall be calibrated for 0 Ω at the ends of the test leads. After calibration the test leads shall be connected to the element at the measurement reference plane.

4.3.4.2 Measurement

The loop resistance for all four pairs shall be measured.



Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
V	tension appliquée au câblage en essai
I	courant appliqué au câblage en essai
Ohmmètre en c. c.	ohmmètre en courant continu

Figure 4 – Mesure de la résistance en boucle

4.3.5 Rapport d'essai

La valeur mesurée doit être consignée pour la paire de fils ayant la résistance la plus élevée et cette paire doit être identifiée. La résistance la plus élevée doit être comparée aux limites de spécifications des exigences.

4.3.6 Incertitude

L'incertitude des mesures de résistance de référence en courant continu doit être inférieure à 0,1 Ω dans la gamme de 0 Ω à 50 Ω .

4.4 Asymétrie de résistance en courant continu

Cet essai s'applique aux essais de câblage en laboratoire.

4.4.1 Objet

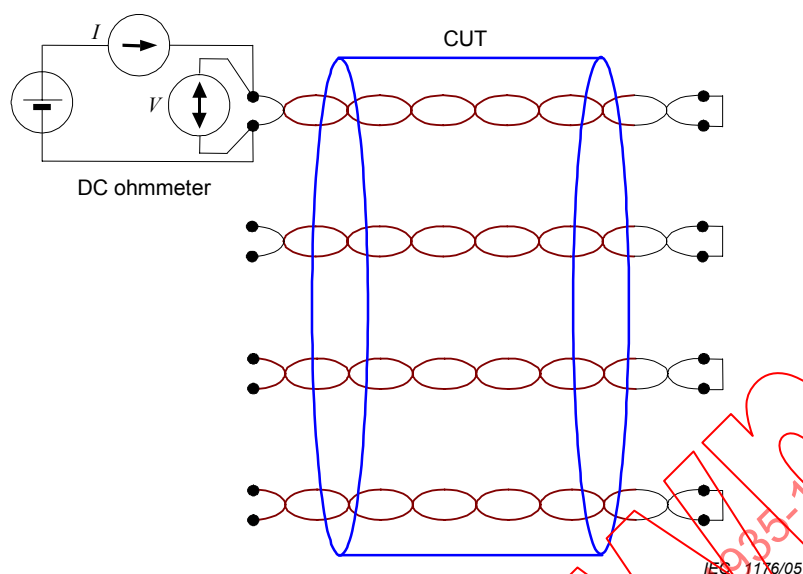
Cet essai est destiné à s'assurer que l'asymétrie de résistance satisfait aux exigences.

Méthode d'essai

La mesure de l'asymétrie de résistance doit être effectuée sur chaque paire de fils.

Chaque fil est mesuré et l'asymétrie de résistance en courant continu est le rapport de la différence de la résistance en courant continu de chaque fil d'une paire à la somme de la résistance en courant continu de chaque fil:

$$\Delta R (\%) = (R_{\max} - R_{\min}) / (R_{\max} + R_{\min}) \times 100 \quad (\%) \quad (6)$$

**Key**

CUT	cabling under test
V	voltage applied to cabling under test
I	current applied to cabling under test
DC ohmmeter	d.c. ohmmeter

Figure 4 – Loop resistance measurement**4.3.5 Test report**

The measured value shall be reported for the wire pair with the highest resistance and this pair shall be identified. The highest resistance shall be compared to requirement specification limits.

4.3.6 Uncertainty

The uncertainty of reference d.c. resistance measurements shall be less than 0,1 Ω in the range from 0 Ω to 50 Ω .

4.4 Direct current (d.c.) resistance unbalance

This test is applicable to laboratory cabling testing.

4.4.1 Object

The object of this test is to ensure the d.c. resistance unbalance meets the requirements.

Test method

Measurement of resistance unbalance shall be carried out on each wire pair.

Each wire is measured and the d.c. resistance unbalance is the ratio of the difference of the d.c. resistance of each wire within a pair related to the sum of the d.c. resistance of each wire

$$\Delta R (\%) = (R_{\max} - R_{\min}) / (R_{\max} + R_{\min}) \times 100 (\%) \quad (6)$$

4.4.2 Matériel et montage d'essai

Un ohmmètre à quatre bornes adapté aux mesures de faible résistance doit être utilisé.

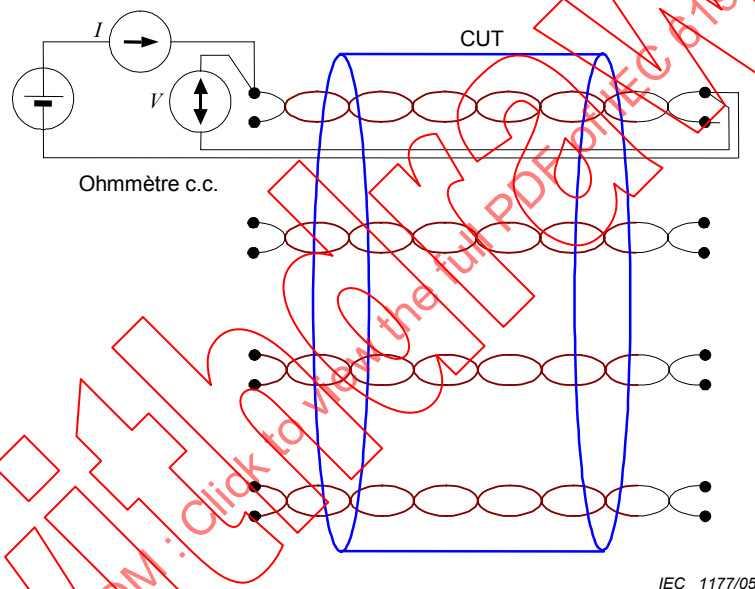
4.4.3 Procédure

4.4.3.1 Etalonnage

L'ohmmètre doit être étalonné pour 0Ω aux extrémités des conducteurs d'essai. Après étalonnage, les conducteurs d'essai doivent être connectés à l'élément au plan de référence de mesure.

4.4.3.2 Mesure

Mesurer la résistance en courant continu de chaque fil d'une combinaison de paires de fils. Calculer ensuite l'asymétrie de résistance en courant continu selon l'équation (6). L'asymétrie de résistance en courant continu des quatre paires doit être mesurée.



IEC 1177/05

Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
V	tension appliquée au fil en essai
I	courant appliqué au fil en essai
Ohmmètre en c. c.	ohmmètre en courant continu

Figure 5 – Mesure de l'asymétrie de résistance en courant continu (configuration d'essai pour un fil)

4.4.4 Rapport d'essai

La valeur mesurée doit être consignée pour la paire de fils qui présente l'asymétrie de résistance la plus élevée et cette paire doit être identifiée. L'asymétrie de résistance la plus élevée doit être comparée aux limites de spécification des exigences.

4.4.5 Incertitude

L'incertitude des mesures de l'asymétrie de résistance en courant continu doit être inférieure à $0,5 \% + 0,05 \Omega$ dans la plage de 0Ω à 50Ω .

4.4.2 Test equipment and set-up

A four terminal ohmmeter suitable for low resistance measurements shall be used.

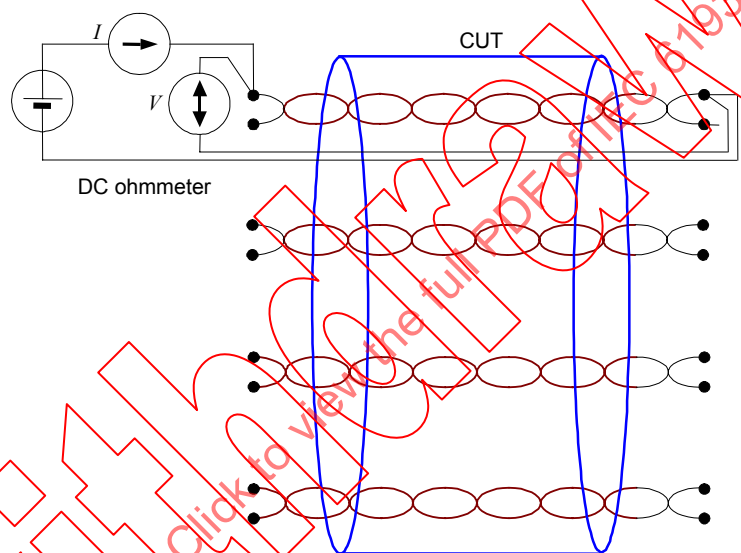
4.4.3 Procedure

4.4.3.1 Calibration

The ohmmeter shall be calibrated for $0\ \Omega$ at the ends of the test leads. After calibration, the test leads shall be connected to the element at the measurement reference plane.

4.4.3.2 Measurement

Measure the d.c. resistance of each wire of a wire pair combination. Then calculate the d.c. resistance unbalance per equation 6. The d.c. resistance unbalance for all four pairs shall be measured.



Key

CUT	cabling under test
V	voltage applied to wire under test
I	current applied to wire under test
DC ohmmeter	d.c. ohmmeter

**Figure 5 – DC resistance unbalance measurement
(test configuration for one wire)**

4.4.4 Test report

The measured value shall be reported for the wire pair with the highest resistance unbalance and this pair shall be identified. The highest resistance unbalance shall be compared to requirement specification limits.

4.4.5 Uncertainty

The uncertainty of d.c. resistance unbalance measurements shall be less than $0,5\ \% + 0,05\ \Omega$ in the range from $0\ \Omega$ to $50\ \Omega$.

4.5 Perte d'atténuation

Cet essai s'applique au câblage dans un environnement de laboratoire. Si la perte d'atténuation doit être mesurée pour des éléments installés en utilisant des équipements de laboratoire, alors il est nécessaire de disposer d'un générateur et d'un récepteur séparés.

4.5.1 Objet

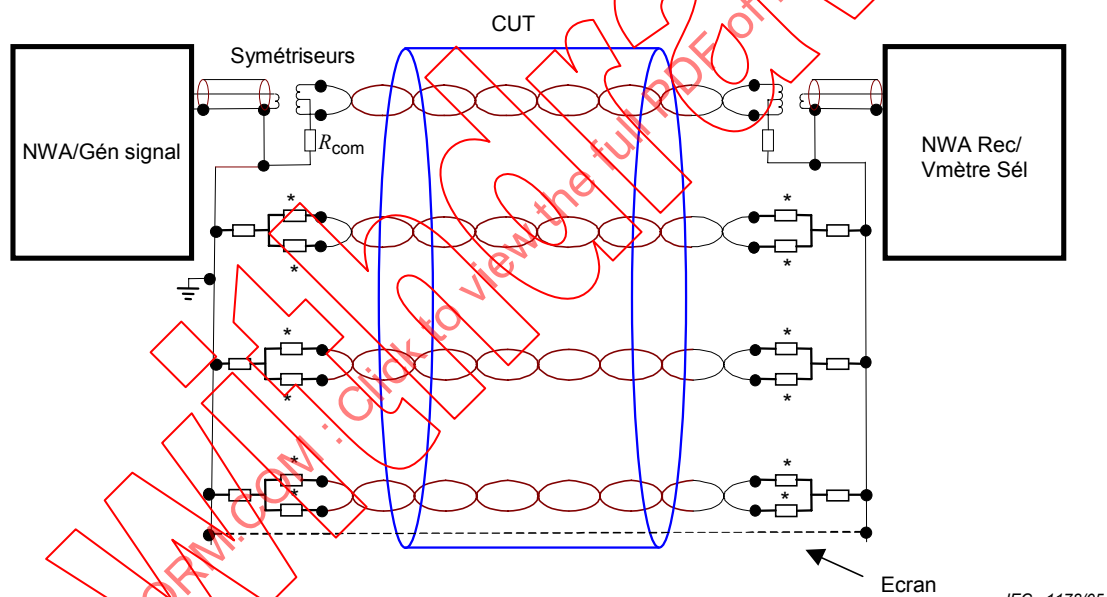
Cet essai est destiné à mesurer la perte d'atténuation de l'élément en essai.

4.5.2 Méthode d'essai

La perte d'atténuation est mesurée en déterminant la perte de signal de l'élément de câblage en essai, par référence à la perte de signal d'une connexion courte entre les accès d'essai et l'instrument de mesure.

4.5.3 Matériel et montage d'essai

Les exigences générales pour les instruments de mesure s'appliquent (voir 4.2). La configuration d'essai est représentée à la Figure 6 et l'élément en essai doit être mesuré aux plans de référence définis à la Figure 2.



Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
NWA/Gén Signal	générateur de signal de l'analyseur de réseaux ou générateur de signal
NWA Rec/Vmètre Sél	récepteur de l'analyseur de réseaux ou voltmètre sélectif
*	résistances adaptées (en paires)
Ecran	écran (le cas échéant)
R_{com}	impédance en mode commun (facultative dans l'essai de perte d'atténuation)
Symétriseurs	symétriseurs à l'interface entre les équipements de laboratoire et le câblage symétrique

Figure 6 – Configuration de l'essai de perte d'atténuation

4.5 Insertion loss

This test is applicable for cabling in a laboratory environment. If insertion loss has to be measured for installed elements using laboratory equipment then a separate generator and receiver is required.

4.5.1 Object

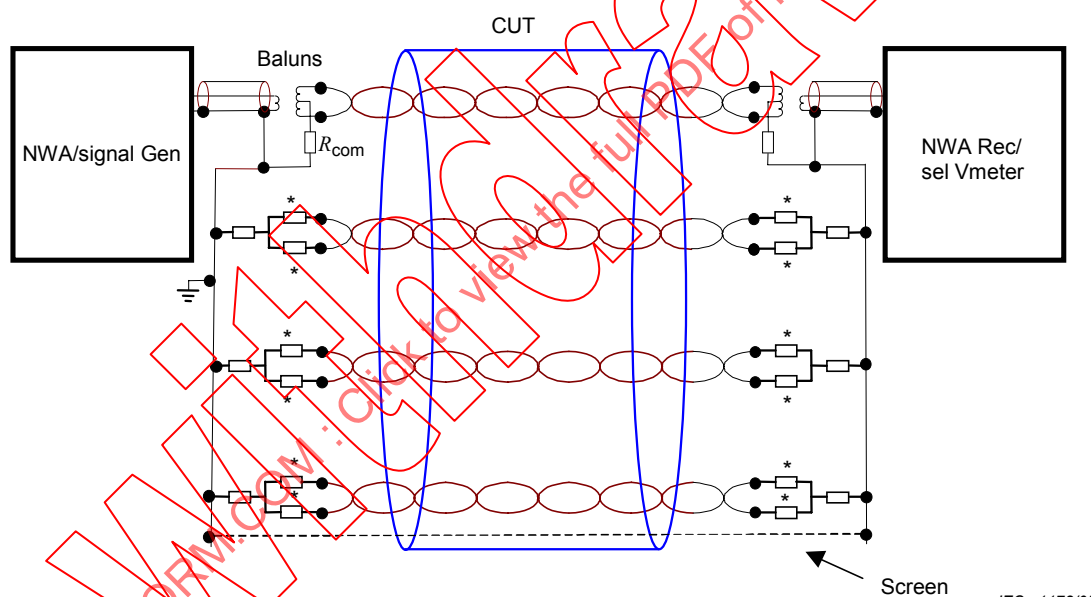
The object of this test is to measure the insertion loss of the element being tested.

4.5.2 Test method

Insertion loss is measured by determining the signal loss of the cabling element under test, referenced to the signal loss of a short connection between the test ports of the measuring instrument.

4.5.3 Test equipment and set-up

The general instrumentation requirements apply (see 4.2). The test configuration is shown in Figure 6. and the element under test shall be measured at the reference planes defined in Figure 2.



IEC 1178/05

Key

CUT	cabling under test
NWA/Signal Gen	signal generator of network analyser or signal generator
NWA Rec/Sel Vmeter	receiver of network analyser or selective voltmeter
*	matched resistors (in pairs)
Screen	screen (if present)
R_{com}	common mode impedance (optional in insertion loss test)
Baluns	baluns to interface laboratory equipment and balanced cabling

Figure 6 – Insertion loss test configuration

4.5.4 Procédure

4.5.4.1 Etalonnage

Un étalonnage de transmission (S_{21}) à deux accès doit être effectué au plan de référence. Pour cela, appliquer un câble d'étalonnage entre les bornes des symétriseurs et effectuer la mesure d'étalonnage appropriée.

4.5.4.2 Mesure

Des mesures de perte d'atténuation étalonnées de l'élément de câblage doivent être effectuées. Chaque paire doit être mesurée. Les paires doivent être terminées par des charges conformément à 4.2.2 lorsqu'elles ne sont pas en essai. Les charges selon 4.2.2 doivent être appliquées aux paires de câbles en essai. Des charges en mode commun ne sont pas nécessaires pour les paires qui ne sont pas en essai. Les mesures doivent être effectuées dans la gamme de fréquences spécifiée. La taille de l'échelon de fréquence ne doit pas être supérieure à 0,5 MHz jusqu'à 100 MHz et à 5 MHz jusqu'à 1 000 MHz.

4.5.5 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux avec les limites de spécification portées sur les graphiques ou dans le tableau aux mêmes fréquences que celles stipulées dans la spécification particulière applicable. Les résultats doivent être consignés pour toutes les paires. Il doit être explicitement noté si les résultats mesurés dépassent les limites d'essai.

4.5.6 Correction de température

Les mesures doivent être effectuées à la même température pendant tout l'essai afin que l'effet du changement de la température soit négligeable. La perte d'atténuation augmente avec la température de sorte que la perte d'atténuation des segments de câbles doit être corrigée à une valeur qui puisse être atteinte à la température de fonctionnement maximale prévue. Le coefficient de température et les températures maximales doivent être stipulés dans la spécification appropriée pour les composants.

L'augmentation de la perte d'atténuation due à la température élevée ne doit pas être supérieure à 0,4 %/°C, dans la gamme de fréquences de 1 MHz à 250 MHz et à 0,6 %/°C pour les fréquences supérieures à 250 MHz pour les câbles non écrantés et 0,2 %/°C pour les câbles écrantés.

4.5.7 Incertitude

L'incertitude des mesures de la perte d'atténuation de référence pour l'élément doit être inférieure à 0,5 dB jusqu'à 100 MHz, 0,35 dB jusqu'à 250 MHz et 0,5 dB jusqu'à 600 MHz.

4.6 Temps de propagation et différence des temps de propagation

Cet essai s'applique aux éléments dans un environnement de laboratoire uniquement. La méthode d'essai de référence ne peut pas être utilisée pour des câblages installés. Les appareils de contrôle sur le terrain font appel à des méthodes de réflectométrie temporelle. La performance de la précision des mesures du temps de propagation est déterminée par comparaison avec la méthode d'essai de référence décrite dans le présent paragraphe.

4.6.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer le temps de propagation et la différence des temps de propagation de l'élément en essai.

4.5.4 Procedure

4.5.4.1 Calibration

A transmission (S_{21}) 2-port calibration shall be performed at the reference plane. This is carried out by applying a calibration cable between the terminals of the baluns and carrying out the appropriate calibration procedure.

4.5.4.2 Measurement

Calibrated insertion loss measurements of the cabling element shall be performed. Each pair shall be measured. Pairs shall be terminated with loads according to 4.2.2 when not under test. The loads according to 4.2.2 shall be applied at the test cable pairs. Common mode loads are not needed for pairs not under test. Measurements shall be performed in the specified frequency range. The frequency step size shall be no greater than 0,5 MHz up to 100 MHz and 5 MHz up to 1 000 MHz.

4.5.5 Test report

The measured results shall be reported in graphical or table format with the specification limits shown on the graphs or in the table at the same frequencies as specified in the relevant detail specification. Results for all pairs shall be reported. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the test limits.

4.5.6 Temperature correction

The measurements shall be conducted at the same temperature throughout the test so that the effect of the change of temperature is negligible. Insertion loss increases with temperature so the insertion loss of cable segments shall be corrected to a value that would be reached at the predicted maximum operating temperature. The temperature coefficient and the maximum temperatures shall be specified in the relevant specification for the components.

The increase in insertion loss due to elevated temperature shall not be greater than 0,4 %/°C, in the frequency range from 1 MHz to 250 MHz and 0,6 %/°C for frequencies above 250 MHz for unscreened cables and 0,2 %/°C for screened cables.

4.5.7 Uncertainty

The uncertainty of reference insertion loss measurements for element shall be less than 0,5 dB up to 100 MHz, 0,35 dB up to 250 MHz and 0,5 dB up to 600 MHz.

4.6 Propagation delay and delay skew

This test is applicable for elements in a laboratory environment only. The reference test method cannot be used for installed cabling. Field testers use time domain reflectometry (TDR) methods. The performance of field propagation delay measurement accuracy is determined using comparisons with the reference test method described in this subclause.

4.6.1 Object

The object of this test is to measure propagation delay and delay skew of the element being tested.

4.6.2 Méthode d'essai

Le temps de propagation se mesure en déterminant le retard de phase d'un signal transmis à travers l'élément à l'aide de l'équation (7).

$$\delta = \frac{\phi}{2\pi f} \quad (7)$$

où

δ est le retard de phase;

ϕ est la phase, en radians;

f est la fréquence, en hertz.

La différence des temps de propagation est calculée sous la forme de la différence la plus défavorable des temps de propagation pour les paires dans l'élément.

4.6.3 Matériel et montage d'essai

Le montage est le même que pour les mesures de la perte d'atténuation (voir 4.5.3). La perte d'atténuation et le retard peuvent être mesurés dans le même essai avec un seul balayage, si l'analyseur de réseaux peut mesurer le paramètre complexe de diffusion, S_{21} .

4.6.4 Procédure

4.6.4.1 Etalonnage

Voir 4.5.4.1.

4.6.4.2 Mesure

Voir 4.5.4.2, mais noter que pour cette mesure un balayage linéaire de la fréquence doit être appliqué. Les échelons de fréquence doivent être pris assez petits pour faire en sorte que le décalage de phase d'une fréquence de mesure à une autre soit inférieur à 2π . Pour les éléments conformes, ceci est obtenu en limitant les échelons de fréquence à 1,7 MHz ou moins. Afin d'assurer une marge adéquate, les échelons de fréquence ne doivent pas être supérieurs à 1 MHz.

4.6.4.3 Calculs

Certains analyseurs de réseaux donnent un affichage de la trace de phase continue de l'élément en essai. Cet affichage peut être inséré directement dans l'équation (8). En général, l'analyseur de réseaux mesure la phase dans un intervalle de $\pm\pi$. Comme le rapport de phase en fonction de la fréquence est une fonction à décroissance continue, 2π doit être soustrait de la phase mesurée chaque fois qu'il y a un échelon positif dans la phase mesurée en fonction de la fréquence, par conséquent:

$$\varphi_f = \varphi_m - 2n\pi \quad (8)$$

où

φ_f est la phase accumulée;

φ_m est la phase mesurée;

n est le nombre de fois où la phase mesurée a passé $-\pi$ pendant la mesure de la fréquence la plus faible à la fréquence réelle, f .

4.6.2 Test method

Propagation delay is measured by determining the phase delay of a signal transmitted through the element using equation (7).

$$\delta = \frac{\phi}{2\pi f} \quad (7)$$

where

δ is the phase delay;

ϕ is the phase, in radians;

f is the frequency, in Hertz.

Delay skew is calculated as the worst case difference of propagation delay for the pairs in the element.

4.6.3 Test equipment and set-up

The set-up is the same as for insertion loss measurements (see 4.5.3). Insertion loss and delay can be measured in the same test with one sweep if the network analyser can measure the complex scattering parameter, S_{21} .

4.6.4 Procedure

4.6.4.1 Calibration

See 4.5.4.1.

4.6.4.2 Measurement

See 4.5.4.2, but note that for this measurement a linear frequency sweep shall be applied. The frequency steps shall be made small enough to ensure that the phase shift from one measurement frequency to the next measurement frequency is less than 2π . For compliant elements, this is ensured by limiting frequency steps to 1,7 MHz or less. In order to assure an adequate margin, the frequency steps shall be no greater than 1 MHz.

4.6.4.3 Calculation

Some network analysers give a readout of the continuous phase trace of the tested item. This readout can be directly inserted in equation (8). It is usual for the network analyser to measure the phase in an interval of $\pm\pi$. As the ratio of phase versus frequency is a continuously decreasing function, 2π shall be subtracted from the measured phase every time there is a positive step in the measured phase versus frequency trace, therefore:

$$\varphi_f = \varphi_m - 2n\pi \quad (8)$$

where

φ_f is the accumulated phase;

φ_m is the measured phase;

n is the number of times the measured phase has passed $-\pi$ during the measurement from the lowest frequency to the actual frequency, f .

Le temps de propagation est calculé en appliquant la formule donnée en (8).

La différence est calculée sous la forme de la différence entre les temps de propagation mesurés des paires individuelles.

4.6.5 Rapport d'essai

Le temps de propagation et la différence sont consignés à 10 MHz. Les résultats à d'autres fréquences doivent être consignés, si la spécification intermédiaire appropriée le demande.

4.6.6 Incertitude des mesures du temps de propagation et de la différence des temps de propagation

L'incertitude des mesures du temps de propagation de référence doit être inférieure à 2,5 ns dans la gamme de 0 ns à 60 ns.

L'incertitude des mesures de la différence des temps de propagation de référence doit être inférieure à 5 ns dans la gamme de 0 ns à 600 ns.

4.7 Paradiaphonie (NEXT), paire à paire et somme des puissances

Cet essai est applicable aux essais en laboratoire et sur les câblages installés.

4.7.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer le couplage entre un signal appliqué à l'extrémité proche d'une paire de fils et le signal reçu à l'extrémité proche d'une paire de fils différente.

4.7.2 Méthode d'essai

La paradiaphonie est mesurée en appliquant le signal à l'extrémité proche d'une paire de fils et en mesurant le signal couplé à l'extrémité proche d'une paire de fils différente.

4.7.3 Matériel et montage d'essai

Les exigences générales pour les instruments de mesure s'appliquent (voir 4.2). La configuration d'essai est représentée à la Figure 7 et l'élément en essai doit être mesuré aux plans de référence indiqués à la Figure 2.

The propagation delay is calculated by applying equation (8).

Skew is calculated as the difference between the measured propagation delays of the individual pairs.

4.6.5 Test report

Propagation delay and skew is reported at 10 MHz. Results at other frequencies shall be reported, if required in the relevant sectional specification.

4.6.6 Uncertainty of propagation delay and delay skew measurements

Uncertainty of reference propagation delay measurements shall be less than 2,5 ns in the range of 0 ns to 60 ns.

Uncertainty of reference delay skew measurements shall be less than 5 ns in the range of 0 ns to 600 ns.

4.7 Near-end crosstalk (NEXT), pair to pair and power sum

This test is applicable to laboratory and installed cabling testing.

4.7.1 Object

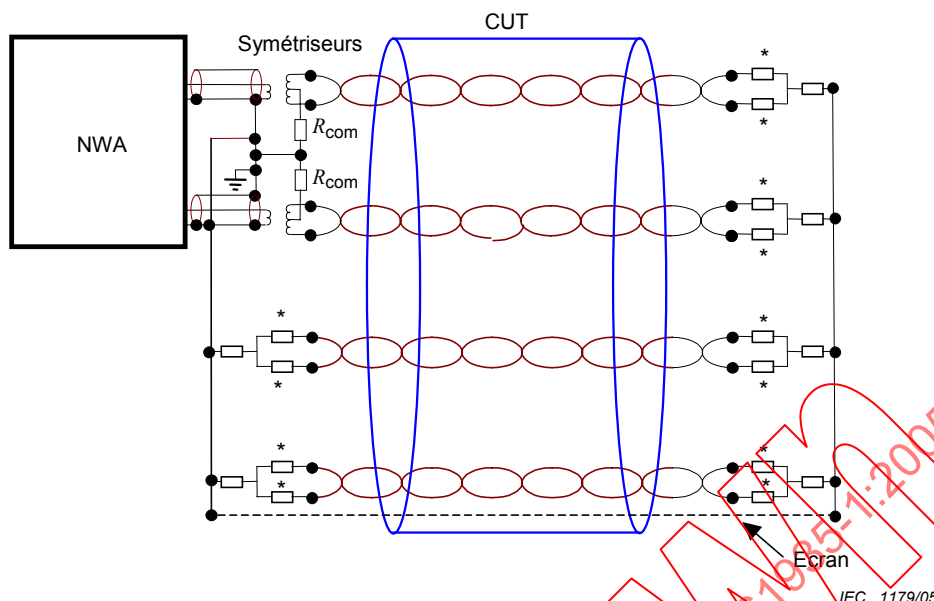
The object of this test is to determine the coupling between a signal applied at the near end of one wire pair to the signal received at the near end of a different wire pair.

4.7.2 Test method

NEXT is measured by applying the signal at the near end of one wire pair and measuring the coupled signal at the near end of a different wire pair.

4.7.3 Test equipment and set-up

The general instrumentation requirements apply (see 4.2). The test configuration is shown in Figure 7 and the element under test shall be measured at the reference planes shown in Figure 2.



Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
NWA	analyseur de réseaux
*	résistances adaptées (en paires)
Ecran	écran (le cas échéant)
R_{com}	impédance en mode commun
Symétriseurs	symétriseurs à l'interface entre les équipements de laboratoire et le câblage symétrique

Figure 7 – Configuration d'essai de la paradiaphonie

4.7.4 Procédure

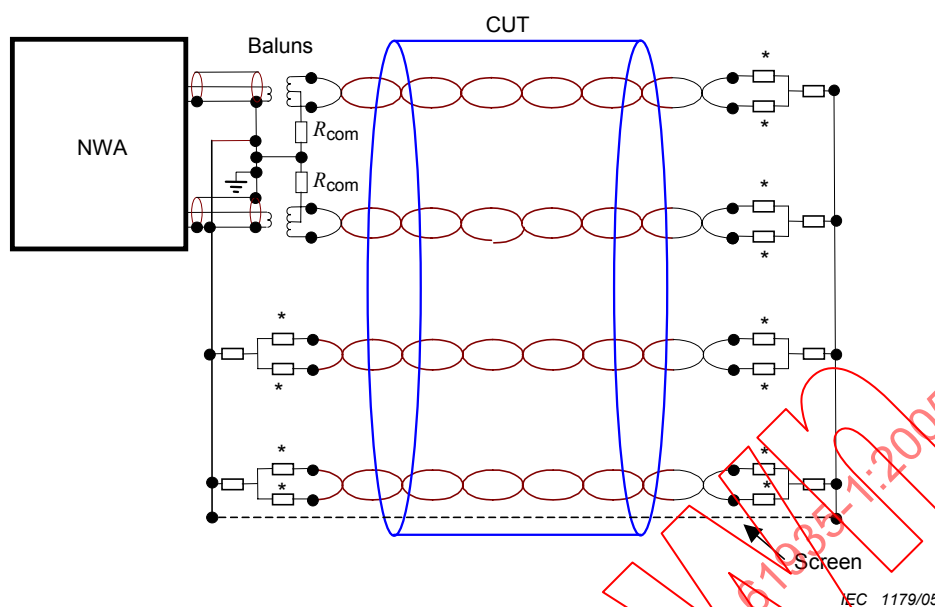
4.7.4.1 Etalonnage

Un étalonnage de transmission (S_{21}) doit être effectué au plan de référence.

La paradiaphonie résiduelle doit être déterminée en mesurant la perte d'atténuation entre les accès d'essai quand les symétriseurs sont terminés par des charges à résistance selon 4.2.2. Si la paradiaphonie résiduelle est à moins de 30 dB de la paradiaphonie mesurée, un étalonnage de l'isolation doit être effectué. Le seuil de bruit doit être mesuré de la même façon. Si le seuil de bruit est à moins de 30 dB de la paradiaphonie mesurée, la gamme dynamique doit être augmentée en augmentant la puissance d'essai et en diminuant la largeur de bande de mesure, comme il convient. Pour un élément avec une paradiaphonie élevée, cela n'est pas toujours possible et, dans ce cas, la valeur réelle de la paradiaphonie résiduelle et du seuil de bruit doit être estimée dans le calcul de l'incertitude.

4.7.4.2 Mesure

Des mesures de la paradiaphonie étalonnée de l'élément de câblage doivent être effectuées. Chaque combinaison de paires doit être mesurée à partir de l'extrémité proche et de l'extrémité éloignée de l'élément en essai. Pour un élément à quatre paires, six mesures sont effectuées à chaque extrémité, ce qui donne un total de douze mesures. Les paires doivent être terminées avec des charges selon 4.2.2 lorsqu'elles ne sont pas en essai. Les charges doivent être conformes aux exigences données en 4.2.2. Le câblage en essai doit être terminé par un connecteur à l'extrémité éloignée avec des charges à chaque paire. Les paires qui ne sont pas utilisées dans la mesure doivent avoir des terminaisons à l'extrémité proche. Les charges aux deux extrémités doivent fournir des terminaisons différentielles et en mode commun (voir Figure 7).



Key

CUT

NWA

*

Screen

Room

com Baluns

Barriers

cabling under test

network analyser

matched resistors (in pairs)

screen (if present)

common mode impedance

baluns to interface laboratory equipment and balanced cabling

Figure 7 – NEXT test configuration

4.7.4 Procedure

4.7.4.1 Calibration

A transmission (S_{21}) calibration shall be performed at the reference plane.

Residual NEXT shall be determined by measuring the insertion loss between the test ports when the baluns are terminated with resistor loads according to 4.2.2. If the residual NEXT is closer than 30 dB to the measured NEXT, then isolation calibration shall be applied. The noise floor shall be measured in the same way. If the noise floor is closer than 30 dB from the measured NEXT, then the dynamic range shall be increased by increasing the test power and decreasing the measurement bandwidth, as appropriate. For an element with high NEXT this is not always possible, in which case the actual value of residual NEXT and noise floor shall be estimated in the calculation for uncertainty.

4.7.4.2 Measurement

Calibrated NEXT measurements of the cabling element shall be performed. Each pair combination shall be measured from the near end and far end of the element under test. For a four pair element, this is six measurements from each end, providing a total of twelve measurements. Pairs shall be terminated with loads according to clause 4.2.2 when not under test. The loads shall comply with the requirements given in 4.2.2. Cabling under test shall be terminated with a connector at the far end with loads at each pair. Pairs that are not used in the measurement shall have terminations at the near end. Loads at both ends shall provide

Les écrans doivent être connectés à l'accès de terre en mode commun aux deux extrémités. Les mesures doivent être effectuées dans la gamme de fréquences spécifiée. Si l'instrument d'essai mesure à des fréquences discrètes, les échelons de fréquence ne doivent pas être supérieurs à 150 kHz jusqu'à 31,25 MHz, à 250 kHz jusqu'à 100 MHz, à 500 kHz jusqu'à 250 MHz et à 2,5 MHz jusqu'à 1 000 MHz.

4.7.4.3 Calculs

La paradiaphonie paire à paire est calculée à partir de

$$a_{\text{NEXT}}(i, k) = -20 \log |s_{21}(i, k)| \quad (9)$$

La paradiaphonie de la somme des puissances doit être calculée sur la base des valeurs de la paradiaphonie paire à paire mesurée.

La somme des puissances doit être calculée sur la gamme de fréquences spécifiée à partir de:

$$a_{\text{PSNEXT}}(k) = -10 \log \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{0.1 a_{\text{NEXT}}(i, k)} \quad (10)$$

où

$a_{\text{NEXT}}(i, k)$ est la paradiaphonie entre la paire perturbante i et la paire perturbée k ;

n est le nombre de paires;

$a_{\text{PSNEXT}}(k)$ est la somme des puissances de paradiaphonie à la paire perturbée k .

4.7.5 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous la forme de tableaux ou de graphiques avec les limites de spécification portées sur les graphiques. Les résultats de toutes les combinaisons de paires doivent être consignés pour les mesures de référence. Il doit être explicitement indiqué si les résultats mesurés dépassent les exigences.

4.7.6 Incertitude des mesures de paradiaphonie

L'incertitude des mesures de paradiaphonie paire à paire de référence est définie comme valable à la limite d'acceptation/de refus pour la liaison permanente de classe F. La précision de mesure doit être supérieure à 1 dB à 100 MHz, 1,2 dB à 250 MHz et 1,5 dB à 600 MHz. Ces valeurs de précision sont valables à la fois pour la mesure paire à paire et pour la mesure de la somme des puissances.

NOTE Si les exigences en matière de paradiaphonie résiduelle et de seuil de bruit ne peuvent pas être atteintes, l'incertitude réelle peut être calculée et consignée (voir 5.4).

4.8 Rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie, paire à paire et somme des puissances

Cet essai est applicable aux essais en laboratoire et sur les câblages installés.

4.8.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la contribution de la paradiaphonie et de la perte d'atténuation au rapport signal sur bruit.

differential and common mode terminations (see Figure 7). At each end, the screens shall be connected to the common mode ground port. Measurements shall be performed in the specified frequency range. If the test instrument measures at discrete frequencies, the frequency steps shall be no greater than 150 kHz up to 31,25 MHz; 250 kHz up to 100 MHz; 500 kHz up to 250 MHz and 2,5 MHz up to 1 000 MHz.

4.7.4.3 Calculation

Pair to pair NEXT is calculated from

$$a_{\text{NEXT}}(i, k) = -20 \log |s_{21}(i, k)| \quad (9)$$

Power sum NEXT shall be calculated based on the measured pair to pair NEXT values.

The power sum shall be calculated over the specified frequency range from

$$a_{\text{PSNEXT}}(k) = -10 \log \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0.1 a_{\text{NEXT}}(i, k)} \quad (10)$$

where

$a_{\text{NEXT}}(i, k)$ is the NEXT between the disturbing pair i and the disturbed pair k ;

n is the number of pairs;

$a_{\text{PSNEXT}}(k)$ is the power sum of near-end crosstalk at the disturbed pair k .

4.7.5 Test report

The measured results shall be reported in table or graphical format with the specification limits shown on the graphs. Results from all pair combinations shall be reported for reference measurements. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the requirements.

4.7.6 Uncertainty of NEXT measurements

The uncertainty of reference pair to pair NEXT measurements is defined to be valid at the pass/fail limit for the class F permanent link. The measurement accuracy shall be better than 1 dB at 100 MHz, 1,2 dB at 250 MHz and 1,5 dB at 600 MHz. These accuracies are valid for both pair to pair and power sum measurement.

NOTE If requirements for residual NEXT and noise floor cannot be achieved the actual uncertainty may be calculated and reported (see 5.4).

4.8 Attenuation to crosstalk ratio (ACR), pair to pair and power sum

This test is applicable to laboratory and installed cabling testing.

4.8.1 Object

The object of this test is to determine the contribution to the signal-to-noise ratio from NEXT and insertion loss.

4.8.2 Méthode d'essai

La paradiaphonie et la perte d'atténuation sont mesurées et le rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie est calculé à partir des mesures ainsi obtenues.

4.8.3 Matériel et montage d'essai

Se référer à 4.5 et 4.7.

4.8.4 Procédure

Se référer à 4.5 et 4.7.

4.8.4.1 Calculs

Le rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie paire à paire est calculé comme suit.

$$ACR(i, k) = NEXT(i, k) - \max \{IL(i), IL(k)\} \quad (11)$$

où

$ACR(i, k)$ est l'ACR pour la paire de fils perturbante i et la paire de fils perturbée k ;

$NEXT(i, k)$ est la paradiaphonie entre la paire de fils perturbante i et la paire de fils perturbée k ;

$IL(i)$ est la perte d'atténuation de la paire de fils perturbante i ;

$IL(k)$ est la perte d'insertion de la paire de fils perturbante k ;

$\max \{IL(i), IL(k)\}$ est la perte d'atténuation maximale des paires de fils i et k .

NOTE Dans cette définition, on obtient le rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie du cas le plus défavorable des deux combinaisons possibles pour chaque combinaison de paire de fils.

Le rapport de l'affaiblissement à la paradiaphonie de la somme des puissances doit être calculé à partir des valeurs mesurées de paradiaphonie de la somme des puissances.

4.8.5 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous la forme de tableaux ou de graphiques avec les limites de spécification portées sur les graphiques. Les résultats de toutes les combinaisons de paires doivent être consignés pour les mesures de référence. Il doit être explicitement indiqué si les résultats mesurés dépassent les exigences.

4.8.6 Incertitude des mesures de l'ACR

L'incertitude des mesures de l'ACR correspond à la somme calculée des incertitudes des mesures de perte d'atténuation et de paradiaphonie et doit être calculée comme en 4.2.8.

4.9 Télédiaphonie paire à paire et somme des puissances

Cet essai s'applique aux éléments dans un environnement de laboratoire. Si la télédiaphonie doit être mesurée pour des éléments installés à l'aide d'équipements de laboratoire, un générateur et un récepteur séparés sont nécessaires.

4.8.2 Test method

NEXT and insertion loss are measured and the ACR is computed from the NEXT and insertion loss measurements.

4.8.3 Test equipment and set-up

Refer to 4.5 and 4.7.

4.8.4 Procedure

Refer to 4.5 and 4.7.

4.8.4.1 Calculation

Pair to pair ACR is calculated from

$$ACR(i, k) = NEXT(i, k) - \max \{IL(i), IL(k)\} \quad (11)$$

where

$ACR(i, k)$ is the ACR for disturber wire pair i and disturbed wire pair k .

$NEXT(i, k)$ is the NEXT between disturber wire pair i and disturbed wire pair k

$IL(i)$ is the insertion loss of disturber wire pair i

$IL(k)$ is the insertion loss of disturber wire pair k

$\max \{IL(i), IL(k)\}$ is the maximum insertion loss of wire pairs i and k .

NOTE In this definition, the worst case ACR of two possible combinations for each wire pair combination is obtained.

Power sum ACR shall be calculated based on the measured power sum NEXT values.

4.8.5 Test report

The measured results shall be reported in table or graphical format with the specification limits shown on the graphs. Results from all pair combinations shall be reported for reference measurements. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the requirements.

4.8.6 Uncertainty of ACR measurements

The uncertainty of ACR measurements are the calculated summed uncertainties of insertion loss and NEXT measurements and shall be calculated as shown in 4.2.8.

4.9 Far-end crosstalk (FEXT), pair to pair and power sum

This test is applicable for elements in a laboratory environment. If far-end crosstalk has to be measured for installed elements using laboratory equipment then a separate generator and receiver shall be required.

4.9.1 Objet

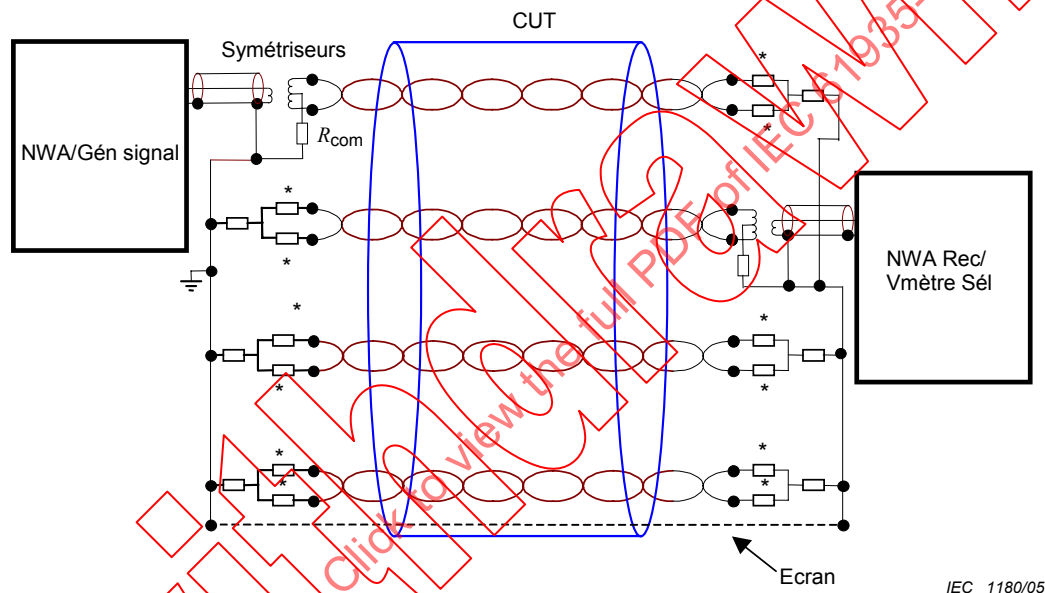
Cet essai est destiné à déterminer le couplage entre un signal appliqué à l'extrémité proche d'une paire de fils et le signal reçu à l'extrémité éloignée d'une paire de fils différente.

4.9.2 Méthode d'essai

La télédiaphonie est mesurée en appliquant le signal à l'extrémité proche d'une paire de fils et en mesurant le signal couplé à l'extrémité éloignée d'une paire de fils différente.

4.9.3 Matériel et montage d'essai

Les exigences générales pour les instruments de mesure s'appliquent (voir 4.2). La configuration d'essai est représentée à la Figure 8 et l'élément en essai doit être mesuré aux plans de référence définis à la Figure 2.



IEC 1180/05

Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
NWA/Gén Signal	générateur de signal de l'analyseur de réseaux ou générateur de signal
NWA Rec/Sel.Vmètre	récepteur de l'analyseur de réseaux ou voltmètre sélectif
*	résistances adaptées (en paires)
Ecran	écran (le cas échéant)
R_{com}	impédance en mode commun
Symétriseurs	symétriseurs à l'interface entre les équipements de laboratoire et le câblage symétrique

NOTE Il est permis d'utiliser un analyseur de réseaux après s'être assuré qu'une connexion à la terre à l'intérieur de l'analyseur entre la source et la charge n'affecte pas le résultat.

Figure 8 – Configuration d'essai de la télédiaphonie

4.9.1 Object

The object of this test is to determine the coupling between a signal applied at the near end of one wire pair to the signal received at the far end on a different wire pair.

4.9.2 Test method

FEXT is measured by applying the signal to the near end of one wire pair and measuring the coupled signal at the far end of a different wire pair.

4.9.3 Test equipment and set-up

The general instrumentation requirements apply (see 4.2). The test configuration is shown in Figure 8 and the element under test shall be measured at the reference planes shown in Figure 2.

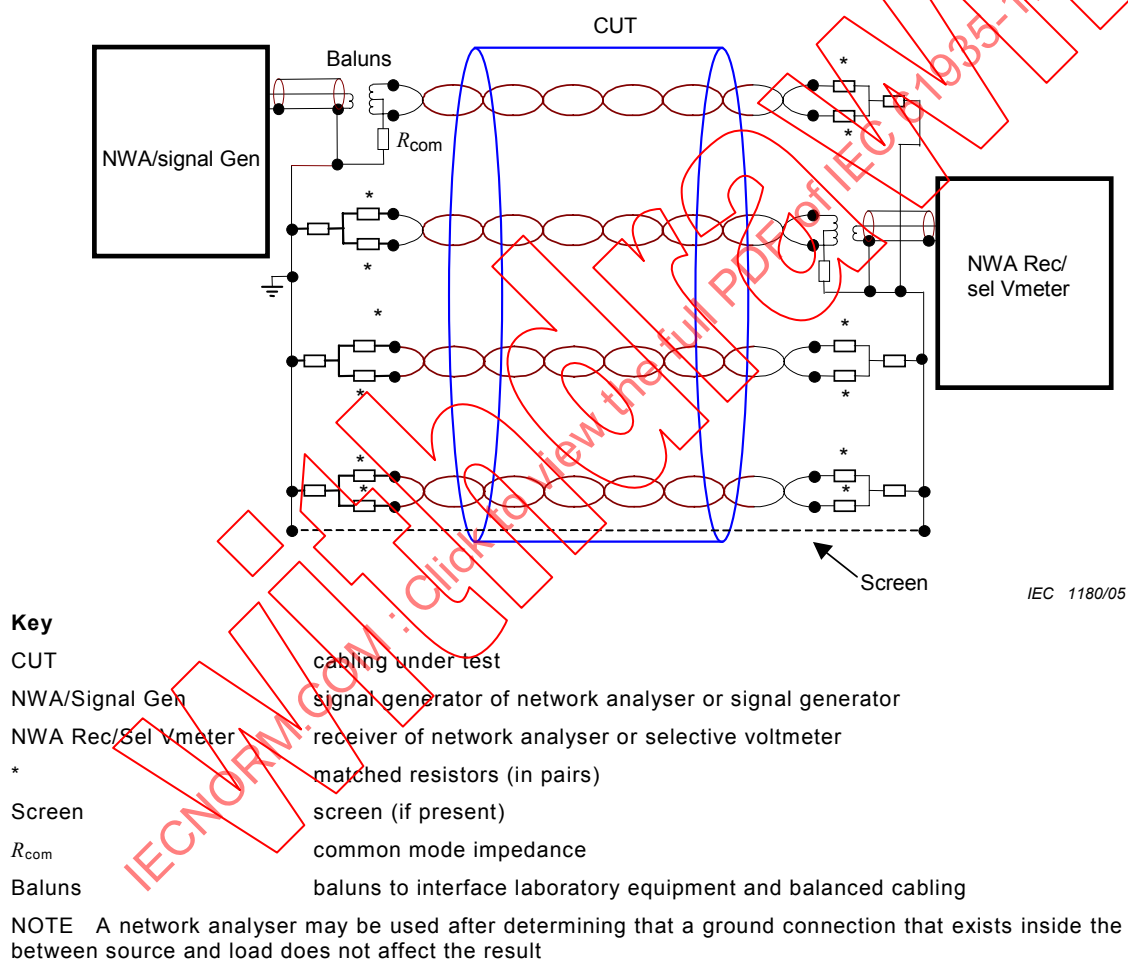


Figure 8 – FEXT test configuration

4.9.4 Procédure

4.9.4.1 Etalonnage

La méthode d'étalonnage est la même que pour la paradiaphonie (voir 4.7.4.1).

4.9.4.2 Mesure

Des mesures de pertes par télédiaphonie de l'élément de câblage doivent être effectuées et chaque combinaison de paires doit être mesurée. Le générateur doit être connecté à une extrémité de l'élément tandis que le récepteur doit être connecté à l'autre extrémité. Il n'est pas nécessaire d'interchanger le générateur et le récepteur puisque $S_{21} = S_{12}$. Pour un élément à quatre paires, un total de 12 mesures est nécessaire. Les paires doivent être terminées comme défini pour les mesures de paradiaphonie. Les exigences pour la taille maximale des échelons de fréquence sont aussi les mêmes que pour la paradiaphonie (voir 4.7.4.2).

4.9.4.3 Calculs

La télédiaphonie paire à paire est calculée à partir de

$$a_{\text{FEXT}}(i,k) = -20 \log |s_{21}(i,k)| \quad (12)$$

La télédiaphonie de la somme des puissances doit être calculée sur la base des valeurs de la télédiaphonie paire à paire mesurée.

La somme des puissances doit être calculée sur la gamme de fréquences spécifiée à partir de:

$$a_{\text{PSFEXT}}(k) = -10 \log \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0,1 a_{\text{FEXT}}(i,k)} \quad (13)$$

où

$a_{\text{FEXT}}(i,k)$ est la perte par télédiaphonie entre la paire perturbante i et la paire perturbée k ;

n est le nombre de paires;

$a_{\text{PSFEXT}}(k)$ est la somme des puissances de télédiaphonie à la paire perturbée k .

4.9.5 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous la forme de tableaux ou de graphiques avec les limites de spécification portées sur les graphiques. Les résultats de toutes les combinaisons de paires doivent être consignés. Il doit être explicitement indiqué si les résultats mesurés dépassent les exigences.

4.9.6 Incertitude des mesures de télédiaphonie

L'incertitude des mesures de télédiaphonie est supposée être approximativement la même que pour les mesures de paradiaphonie (voir 4.7.6).

4.9.4 Procedure

4.9.4.1 Calibration

The method of calibration is the same as for NEXT (see 4.7.4.1).

4.9.4.2 Measurement

FEXT measurements of the cabling element shall be performed and each pair combination shall be measured. The generator shall be connected to one end of the element while the receiver shall be connected to the other end. It is not necessary to interchange generator and receiver as $S_{21} = S_{12}$. For a four pair element, a total of 12 measurements are needed. Pairs shall be terminated as defined for NEXT measurements. Requirements for maximum frequency step size are also as for NEXT (see 4.7.4.2).

4.9.4.3 Calculation

Pair to pair FEXT is calculated from

$$a_{\text{FEXT}}(i,k) = -20 \log |s_{21}(i,k)| \quad (12)$$

Power sum FEXT shall be calculated based on the measured pair to pair FEXT values.

The power sum shall be calculated over the specified frequency range from

$$a_{\text{PSFEXT}}(k) = -10 \log \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0,1 a_{\text{FEXT}}(i,k)} \quad (13)$$

where

$a_{\text{FEXT}}(i,k)$ is the far-end crosstalk loss between the disturbing pair i and the disturbed pair k ;

n is the number of pairs;

$a_{\text{PSFEXT}}(k)$ is the power sum of far end crosstalk at the disturbed pair k .

4.9.5 Test report

The measured results shall be reported in table or graphical format with the specification limits shown on the graphs. Results from all pair combinations shall be reported. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the requirements.

4.9.6 Uncertainty of FEXT measurements

The uncertainty of FEXT measurements is assumed to be approximately the same as for NEXT measurements (see 4.7.6).

4.10 Télédiphonie de niveau égal (Equal level far end crosstalk – ELFEXT)

4.10.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'écart télédiphonique par calcul à partir des mesures de perte d'insertion et de télédiphonie.

4.10.2 Calculs

ELFEXT (a_{ELFEXT}), est calculée à partir des expressions:

$$a_{\text{ELFEXT}}(i,k) = a_{\text{FEXT}}(i,k) - a_{\text{IL}}(k) \quad (14)$$

$$a_{\text{ELFEXT}}(k,i) = a_{\text{FEXT}}(k,i) - a_{\text{IL}}(i) \quad (15)$$

NOTE $a_{\text{FEXT}}(i,k) = a_{\text{FEXT}}(k,i)$

où

a_{FEXT} est la perte par télédiphonie mesurée;

a_{IL} est la perte d'atténuation mesurée de la paire de fils perturbante.

NOTE Le rapport de la perte d'atténuation de la paire perturbée sur la télédiphonie entrée vers sortie est à prendre en compte pour l'étude du rapport signal sur bruit. Les résultats calculés selon la définition formelle ci-dessus couvrent toutes les combinaisons possibles de perte d'atténuation des paires de fils et de télédiphonie entrée vers sortie correspondante.

Pour un élément à quatre paires, le nombre total de résultats calculés est de 24 car il y a 12 valeurs de télédiphonie et 2 valeurs de perte d'atténuation pour chaque résultat de télédiphonie.

La télédiphonie de niveau égal de la somme des puissances est calculée à partir de l'expression:

$$a_{\text{PSSELFEXT}}(i,k) = a_{\text{PSFEXT}}(i,k) - a_{\text{IL}}(i) \quad (16)$$

où

a_{PSFEXT} est la télédiphonie de la somme des puissances (mesurée et calculée);

a_{IL} est la perte d'atténuation mesurée.

4.10.3 Rapport d'essai

Voir 4.8.5.

4.10.4 Incertitude des mesures de télédiphonie de niveau égal

L'incertitude des mesures de télédiphonie de niveau égal correspond à la somme des incertitudes calculées des mesures de perte d'atténuation et des mesures de télédiphonie et elle doit être calculée comme indiqué en 4.2.8.

4.11 Facteur d'adaptation

Cet essai est applicable aux éléments dans un environnement de laboratoire et pour les câblages installés.

4.10 Equal level far-end crosstalk (ELFEXT)

4.10.1 Object

The object of this test is to determine equal level far-end crosstalk, ELFEXT by calculation from the measured insertion loss and far-end crosstalk.

4.10.2 Calculation

ELFEXT (a_{ELFEXT}), is calculated from the expressions:

$$a_{\text{ELFEXT}}(i,k) = a_{\text{FEXT}}(i,k) - a_{\text{IL}}(k) \quad (14)$$

$$a_{\text{ELFEXT}}(k,i) = a_{\text{FEXT}}(k,i) - a_{\text{IL}}(i) \quad (15)$$

NOTE $a_{\text{FEXT}}(i,k) = a_{\text{FEXT}}(k,i)$

where

a_{FEXT} is the measured far-end crosstalk loss;

a_{IL} is the measured insertion loss of the disturbing wire pair.

NOTE The ratio of the insertion loss of the disturbed pair to the input-to-output FEXT is relevant for the signal-to-noise-ratio consideration. The results computed per the formal definition above cover all possible combinations of insertion loss of wire pairs and corresponding input-to-output FEXT.

For a four pair element, the total number of calculated results is 24 as there are 12 FEXT values and 2 insertion loss values for each FEXT result.

Power sum ELFEXT is calculated from the expression:

$$a_{\text{PSSELFEXT}}(i,k) = a_{\text{PSFEXT}}(i,k) - a_{\text{IL}}(i) \quad (16)$$

where

a_{PSFEXT} is power sum FEXT (measured and calculated);

a_{IL} is the measured insertion loss.

4.10.3 Test report

See 4.8.5.

4.10.4 Uncertainty of ELFEXT measurements

The uncertainty of ELFEXT measurements are the calculated summed uncertainties of insertion loss and FEXT measurements and shall be calculated as shown in 4.2.8.

4.11 Return loss

This test is applicable to elements in a laboratory environment and for installed cabling.

4.11.1 Objet

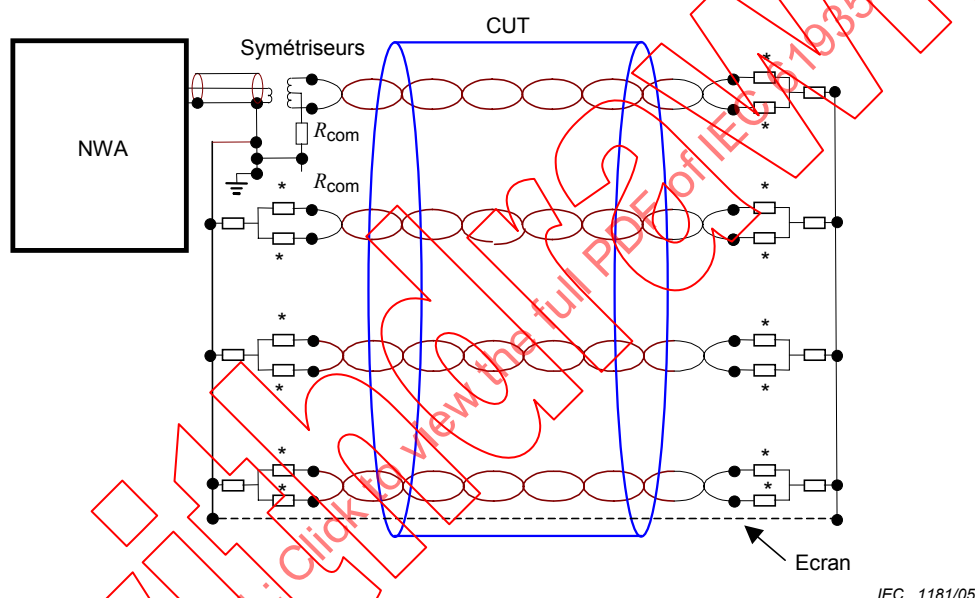
Cet essai est destiné à mesurer le facteur d'adaptation du câble équipé.

4.11.2 Méthode d'essai

Le facteur d'adaptation est calculé en mesurant l'impédance d'entrée de l'élément de câblage, qui est terminé à l'extrémité éloignée par une charge selon 4.2.2, de l'impédance nominale spécifiée.

4.11.3 Matériel et montage d'essai

Les exigences générales pour les instruments de mesure s'appliquent (voir 4.2). La configuration d'essai est indiquée à la Figure 9. L'élément en essai doit être mesuré aux plans de référence indiqués à la Figure 2.



Légende

CUT	câblage en essai (cabling under test)
NWA	analyseur de réseaux avec ensemble d'essai du paramètre S
*	résistances adaptées (en paires)
Ecran	écran (le cas échéant)
R_{com}	impédance en mode commun (facultative dans les essais de facteur d'adaptation)
Symétriseurs	symétriseurs à l'interface entre les équipements de laboratoire et le câblage symétrique

Figure 9 – Configuration d'essai pour le facteur d'adaptation

4.11.4 Procédure

4.11.4.1 Etalonnage

Un étalonnage complet à un accès (S_{11}) doit être effectué au plan de référence.

4.11.4.2 Mesure

Chaque paire doit être mesurée. L'extrémité éloignée de l'élément de câblage doit être terminée par des charges selon 4.2.2, qui sont intégrées dans un connecteur qui s'accouple au connecteur de l'extrémité éloignée de l'élément de câblage. Les charges doivent être conformes aux exigences données en 4.2.2. Les paires de l'extrémité proche peuvent être laissées ouvertes quand elles ne sont pas en essai.

4.11.1 Object

The object of this test is to measure the return loss of the cable assembly.

4.11.2 Test method

Return loss is calculated by measuring the input impedance of the cabling element, which is terminated in the far end by a load of the specified nominal impedance according to 4.2.2.

4.11.3 Test equipment and set-up

The general instrumentation requirements apply (see 4.2). The test configuration is shown in Figure 9. The element under test shall be measured at the reference planes shown in Figure 2.

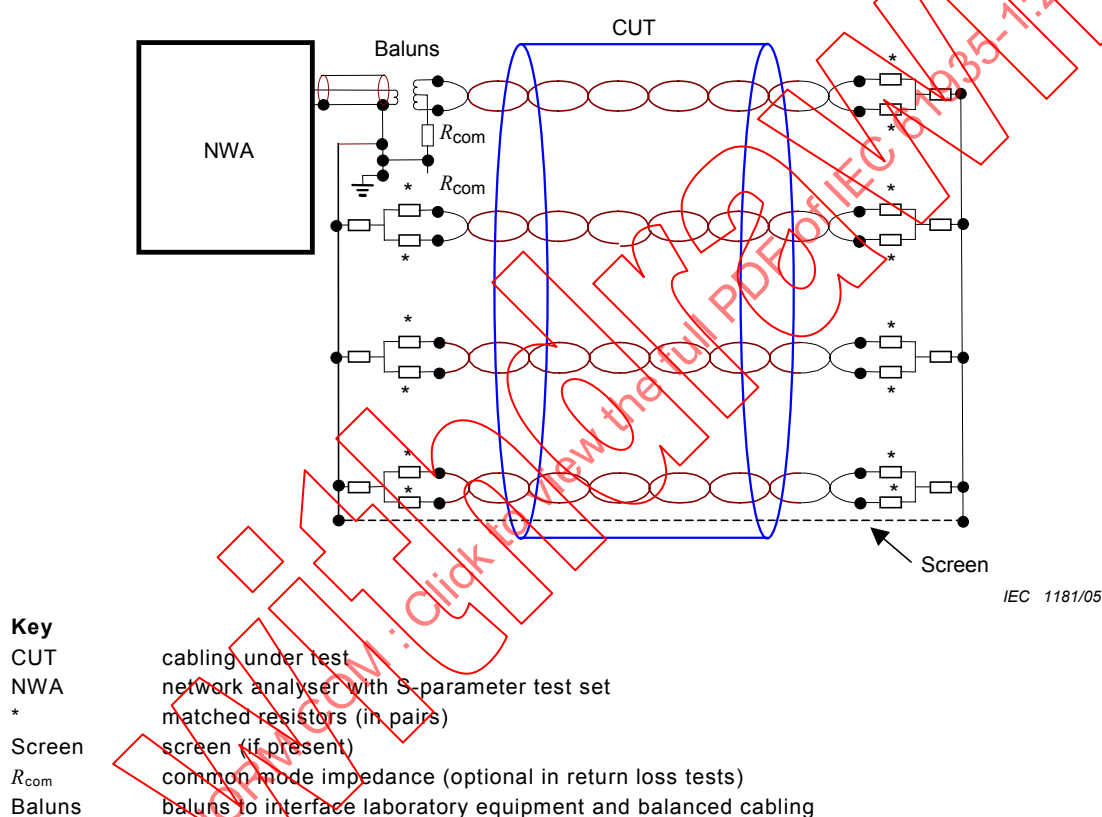


Figure 9 – Return loss test configuration

4.11.4 Procedure

4.11.4.1 Calibration

A full one port (S_{11}) calibration shall be performed at the reference plane.

4.11.4.2 Measurement

Each pair shall be measured. The far end of the cabling element shall be terminated with loads according to 4.2.2, which are integrated into a connector, which mates with the far-end connector of the cabling element. The loads shall comply with the requirements given in 4.2.2. The near-end pairs may be left open when not under test.

Les charges en mode commun ne sont pas nécessaires. Si l'instrument d'essai mesure à des fréquences discrètes, les échelons de fréquence ne doivent pas être supérieurs à 250 kHz jusqu'à 100 MHz et à 2,5 MHz jusqu'à 1 000 MHz.

Le facteur d'adaptation pour les deux extrémités de l'élément de câblage doit être mesuré, si la spécification particulière appropriée l'exige.

4.11.5 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous la forme de tableaux ou de graphiques avec les limites de spécification portées sur les graphiques. Les résultats de toutes les paires doivent être consignés.

4.11.6 Incertitude des mesures du facteur d'adaptation

L'incertitude des mesures du facteur d'adaptation ne doit dépasser 1 dB jusqu'à 250 MHz et 1,5 dB jusqu'à 600 MHz.

NOTE Ceci est fondé sur une précision de la charge de référence pour étalonnage telle qu'elle est spécifiée en 4.2.3

4.12 Affaiblissement asymétrique

Cet essai est actuellement en préparation.

4.13 Affaiblissement de couplage

Cet essai est actuellement en préparation.

5 Exigences concernant les mesures d'essai sur le terrain pour les propriétés électriques

5.1 Généralités

Cet article s'applique aux spécifications concernant les essais sur le terrain pour les mesures, subséquentes à l'installation, des performances de câblages installés, conçus conformément à l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

Les informations contenues dans cet article utilisent les liaisons définies dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent) et elles spécifient les paramètres pour les appareils de contrôle sur le terrain, ainsi que les méthodes d'essai et les interprétations des résultats d'essais, apportant une solution pratique aux problèmes liés aux essais sur le terrain. Les classes de liaisons de câble à paires torsadées dont il est fait mention ici correspondent à celles décrites dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

Les appareils pour essais sur le terrain sont classés en niveaux de performance. Actuellement, les niveaux I, II, IIE, III et IV sont utilisés dans l'industrie. Cet article spécifie les exigences relatives aux appareils de contrôle utilisés pour vérifier les câblages des classes D, E et F comme défini dans l'ISO/IEC 11801.

- des appareils d'essai de niveau IIE ou supérieur sont nécessaires pour les essais des câblages de la classe D;
- des appareils d'essai de niveau III ou supérieur sont nécessaires pour les essais des câblages de la classe E;
- des appareils d'essai de niveau IV ou supérieur sont nécessaires pour les essais des câblages de la classe F.

Common mode loads are not needed. If the test instrument measures at discrete frequencies, the frequency steps shall be no greater than 250 kHz up to 100 MHz and 2,5 MHz up to 1 000 MHz.

Return loss for both ends of the cabling element shall be measured, if required by the relevant detail specification.

4.11.5 Test report

The measured results shall be reported in tabular or graphical format with the specification limits shown on the graphs. Results from all pairs shall be reported.

4.11.6 Uncertainty of return loss measurements

The uncertainty of return loss measurements shall be better than 1 dB up to 250 MHz and 1,5 dB up to 600 MHz.

NOTE This is based on an accuracy of the reference load for calibration as specified in 4.2.3

4.12 Unbalance attenuation

This test is currently under development.

4.13 Coupling attenuation

This test is currently under development.

5 Field test measurement requirements for electrical properties

5.1 General

This Clause applies to field test specifications for post-installation performance measurements of installed cabling designed in accordance with ISO/IEC 11801 (or equivalent).

The information contained in this clause uses the links defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent), and specifies parameters for field testers, test methods and interpretations of test results, leading to a practical solution to the issues related to field testing. Classes of twisted pair cabling links referred to herein correspond with those described in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

Field test equipment is classified by performance level. Currently, levels I, II, IIE, III and IV are used in the industry. This clause specifies requirements for field test equipment used to certify classes D, E and F cabling as defined in ISO/IEC 11801.

- Level IIE test equipment or better is required to test class D cabling;
- Level III test equipment or better is required to test class E cabling;
- Level IV test equipment or better is required to test class F cabling.

Cet article spécifie en détail les caractéristiques électriques des appareils d'essai sur le terrain et les méthodes d'essai. Les caractéristiques des appareils d'essai sur le terrain requises pour les mesures de fréquence balayées/échelonnées sont décrites afin d'assurer que les mesures sont cohérentes et exactes. D'autres méthodes faisant appel à des techniques de mesure du domaine fréquentiel ou du domaine temporel qui font la preuve de leur équivalence avec les exigences énoncées dans cet article sont acceptables. Les méthodes utilisées pour comparer les résultats consignés par les appareils d'essai sur le terrain et ceux obtenus à l'aide des méthodes de laboratoire sont également décrites.

5.2 Configurations de câblage soumises à essai

Les configurations d'essai de câblage sont décrites en 4.2.4.

5.3 Paramètres des essais sur le terrain

5.3.1 Généralités

La présente norme spécifie les paramètres de mesure des essais sur le terrain suivants avec les exigences correspondantes:

- contrôle de la qualité du travail et essais de connectivité;
- temps de propagation;
- différence des temps de propagation;
- longueur (qui n'est pas un paramètre d'acceptation/de refus selon l'ISO/IEC 11801);
- perte d'atténuation;
- perte par paradiaphonie paire à paire;
- perte par paradiaphonie, somme des puissances;
- perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire;
- perte par télédiaphonie de niveau égal, somme des puissances;
- facteur d'adaptation;
- résistance de boucle en courant continu.

5.3.2 Contrôle de la qualité du travail et essais de connectivité

5.3.2.1 Contrôle visuel

Le contrôle visuel des câbles installés s'effectue en observant si:

- la condition, l'exécution et la finition sont satisfaisantes;
- le marquage est lisible;
- l'absence de dommage mécanique est réelle et s'il n'y a pas de mouvement ni de déplacement intempestif des pièces;
- les matériaux ou les finitions ne présentent pas d'écaillages.

L'examen peut, en général, être effectué sans aucun grossissement.

5.3.2.2 Table de correspondance des fils

Une table de correspondance des conducteurs est destinée à vérifier que la terminaison de la broche à chaque extrémité est correcte et à rechercher les erreurs de connectivité dans l'installation. Pour chacun des conducteurs du câble et pour l'écran/les écrans éventuel(s), la table de correspondances des conducteurs indique:

This clause specifies in detail the electrical characteristics of field test equipment and test methods. Field test equipment characteristics needed for swept/stepped frequency measurements are described to ensure consistent and accurate measurements. Other methods using frequency domain or time domain measurement techniques that demonstrate equivalence to the requirements in this clause are acceptable. Methods to compare results reported by field test equipment with those obtained using laboratory methods are also described.

5.2 Cabling configurations tested

The cabling test configurations are described in 4.2.4.

5.3 Field test parameters

5.3.1 General

The following field test measurement parameters and related requirements have been specified in this standard:

- inspection of workmanship and connectivity testing;
- propagation delay;
- delay skew;
- length (not a pass/fail requirement parameter per ISO/IEC 11801);
- insertion loss;
- near-end crosstalk (NEXT) loss, pair-to-pair;
- NEXT, power sum;
- equal level far-end crosstalk (ELFEXT), pair-to-pair;
- ELFEXT, power sum;
- return loss;
- d.c. loop resistance.

5.3.2 Inspection of workmanship and connectivity testing

5.3.2.1 Visual inspection

Visual inspection of installed cabling is performed by observing that:

- the condition, workmanship and finish are satisfactory;
- the marking is legible;
- mechanical damage is absent and there is no undesired movement or displacement of parts;
- flaking of materials or finishes is absent.

Examination may generally be carried out without any magnification.

5.3.2.2 Wire map

A conductor map test is intended to verify correct pin termination at each end and to check for installation connectivity errors. For each of the conductors in the cable, and the screen(s), if any, the conductor map indicates:

- la continuité jusqu'à l'extrémité éloignée;
- les courts-circuits entre deux ou plus de deux conducteurs/écran(s);
- les paires transposées;
- les paires inversées;
- les paires divisées;
- toute autre erreur de connexion.

Une connectivité correcte des sorties/connecteurs de télécommunications est définie dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent) et est illustrée à la Figure 10 (pour les câbles à quatre paires).

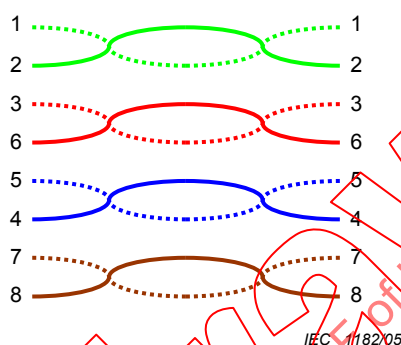


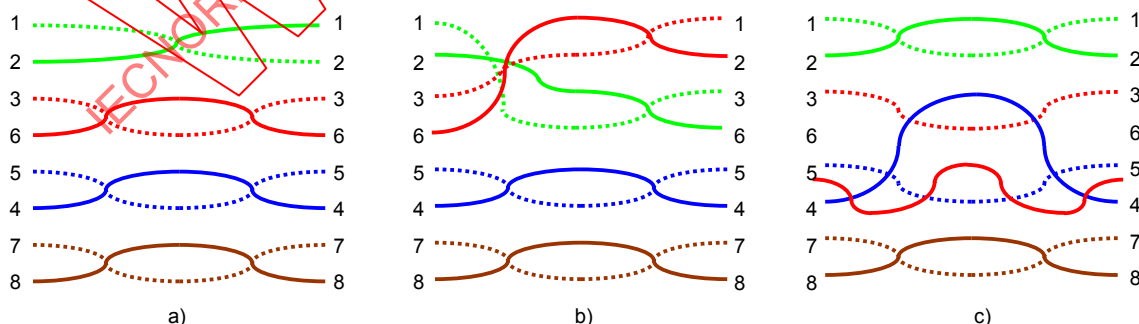
Figure 10 – Formation correcte des paires

Une paire inversée se produit quand la polarité d'une paire de fils est inversée à une extrémité de la liaison (elle est aussi appelée inversion pointe/nuque). Voir la Figure 11a qui donne une illustration d'une paire inversée.

Une paire transposée apparaît lorsque les deux conducteurs d'une paire de fils sont connectés à la position d'une paire différente à la connexion éloignée. Voir la Figure 11b pour une illustration de paires transposées.

NOTE Les paires transposées sont parfois désignées sous le terme paires croisées.

Les paires divisées apparaissent lorsque la continuité entre broches est maintenue alors que les paires physiques sont séparées. Voir à la Figure 11c qui donne une illustration de paires divisées.



Légende

- a) paires inversées
- b) paires transposées
- c) paires divisées

Figure 11 – Formation incorrecte des paires

- continuity to the remote end;
- shorts between any two or more conductors/screen(s);
- transposed pairs;
- reversed pairs;
- split pairs;
- any other connection errors.

Correct connectivity of telecommunications outlet/connectors is defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent), and is illustrated in Figure 10 (for four pair cables).

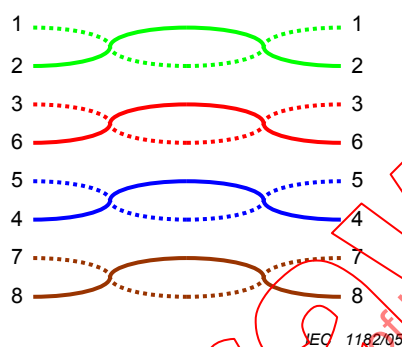


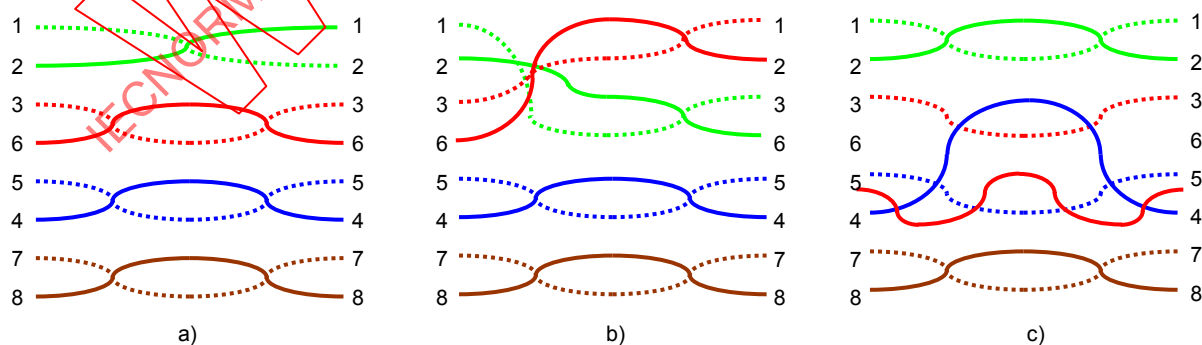
Figure 10 – Correct pairing

A reversed pair occurs when the polarity of one wire pair is reversed at one end of the link (also called a tip/ring reversal). See Figure 11a for an illustration of a reversed pair.

A transposed pair occurs when the two conductors in a wire pair are connected to the position for a different pair at the remote connection. See Figure 11b for an illustration of transposed pairs.

NOTE Transposed pairs are sometimes referred to as crossed pairs.

Split pairs occur when pin to pin continuity is maintained but physical pairs are separated. See Figure 11c for an illustration of split pairs.



Key

- a) reversed pairs
- b) transposed pairs
- c) split pairs

Figure 11 – Incorrect pairing

Les essais sur les tables de correspondance doivent indiquer la mention "accepté" si le câblage est reconnu correct.

5.3.3 Temps de propagation et différence des temps de propagation

Le temps de propagation et la différence des temps de propagation peuvent être déterminés à partir de mesures d'angles de phase et dépendent de la fréquence. Pour les essais sur le terrain, le temps de propagation à 10 MHz doit être consigné. Sinon, le temps de propagation peut être déterminé (approximativement) à partir de mesures de réflectométrie temporelle (TDR). L'appareil de contrôle sur le terrain doit pouvoir mesurer le temps de propagation sur chaque paire de fils.

Les limites d'essai pour les configurations de voie et de liaison permanente doivent être celles spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent). Pour des cordons d'essai de 2 m de long placés à chaque extrémité, ce temps de propagation supplémentaire est de 22 ns à 10 MHz.

5.3.4 Longueur

La longueur ne constitue pas une exigence pour l'acceptation/le refus dans le cadre de l'ISO/IEC 11801.

La longueur physique de la voie et de la liaison permanente est définie comme étant la somme totale de la longueur physique du câblage entre les plans de référence définis. La longueur physique peut être déterminée en mesurant les longueurs des composants qui constituent le câblage. La longueur des segments de câbles peut être déterminée, le cas échéant, à partir des marquages de longueur sur les câbles.

Les longueurs peuvent aussi être estimées à partir des mesures de la longueur électrique. La longueur électrique est déduite du temps de propagation des signaux et dépend de l'hélice de torsade et du matériau diélectrique.

L'étalonnage de la vitesse nominale de propagation (VNP) est critique pour la précision des mesures de la longueur lors de l'estimation de cette longueur à partir de méthodes soit du domaine fréquentiel soit du domaine temporel. La vitesse nominale de propagation fait référence à la vitesse de propagation du signal dans la paire de fils. Elle s'exprime de façon générale comme une fraction de la vitesse de la lumière dans le vide, par exemple 0,67 c. Une vitesse nominale de propagation mal réglée est la cause la plus courante de l'inexactitude des mesures de longueurs avec les appareils de contrôle sur le terrain. La vitesse nominale de propagation pour un câble donné dépend de la conception de celui-ci.

Elle peut varier largement entre les différents modèles de câbles et dépend également de la fréquence à 1 MHz, la vitesse nominale de propagation peut être jusqu'à 5 % inférieure à la vitesse à 100 MHz.

Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que la vitesse nominale de propagation du câble correspond au réglage des appareils de contrôle sur le terrain. Ces derniers doivent permettre la fonction «étalonnage VNP». La vitesse nominale de propagation dans un échantillon de câble se détermine comme suit:

- a) Mesurer physiquement la longueur de l'échantillon de câble en utilisant un échantillon d'au moins 15 m. Une précision plus grande dans la détermination de la vitesse nominale de propagation sera obtenue en utilisant des longueurs plus importantes. Par exemple, si la résolution de la mesure est de 1 m, la meilleure précision de la VNP que l'on puisse attendre pour un câble de 25 m est de 1/25 ou 4 %.

Wire map tests shall report "Pass" if cabling is determined to be correct.

5.3.3 Propagation delay and delay skew

Propagation delay and delay skew may be determined from phase angle measurements and is frequency dependent. For field testing purposes, the propagation delay at 10 MHz shall be reported. Alternatively, the propagation delay can be determined (approximately) from TDR measurements. The field test equipment shall be capable of measuring the propagation delay on each wire pair.

Test limits for the channel and permanent link configurations shall be as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent). With 2 m long test cords at each end, this additional propagation delay is 22 ns at 10 MHz.

5.3.4 Length

The length is not a pass/fail requirement per ISO/IEC 11801.

The physical length of the channel and permanent link is defined as the sum total of the physical length of the cabling between the defined reference planes. The physical length may be determined by measuring the lengths of the components that make up the cabling. The length of cable segments may be determined from the length markings on the cables, when present.

The lengths can also be estimated from an electrical length measurement. The electrical length is derived from the propagation delay of signals and depends on the twist helix and dielectric material.

Calibration of nominal velocity of propagation (NVP) is critical to the accuracy of length measurements when estimating length from either frequency or time domain methods. NVP refers to the velocity of propagation of the signal in the wire pair. It is typically expressed as a fraction of the speed of light in vacuum, for example 0,67 c. An incorrectly set NVP is the most common cause of inaccurate length measurements when using field test equipment. The NVP for any given cable is a function of its design.

The NVP can vary widely between different cable designs and is also frequency dependent, at 1 MHz, the NVP can be up to 5 % less than the NVP at 100 MHz.

It is the responsibility of the user to ensure the NVP of the cable matches the setting of the field testers. Field test equipment shall provide functional capability for "NVP calibration". The NVP in a cable sample is determined as follows:

- a) physically measure the length of the cable sample, using a sample of at least 15 m. Greater accuracy in NVP determination will be obtained using longer lengths. For example, if the resolution of the measurement is 1 m, the best NVP accuracy that can be expected for a 25 m cable is 1/25 or 4 %;

- b) Régler l'appareil de contrôle sur le terrain en mode «étalonnage VNP». Entrer la distance mesurée dans l'appareil. La vitesse nominale de propagation en tant que fraction de la vitesse de la lumière est calculée comme suit, en utilisant les unités de longueur appropriées:

$$NVP = \frac{\text{Longueur physique}}{\text{Temps de Propagation mesuré} \cdot \text{Vitesse de la lumière dans le vide}} \quad (17)$$

où la vitesse de la lumière dans le vide est de 3×10^8 m/s.

Utiliser cette vitesse nominale de propagation pour les mesures de longueur ultérieures sur un câble du même rouleau.

La vitesse nominale de propagation est étalonnée sur la paire de fils ayant la plus grande longueur de torsade. Cette paire est la paire qui présente le retard électrique le plus court. Il peut y avoir un écart allant jusqu'à 5 % dans la vitesse nominale de propagation par paire de fils entre différentes paires dans la même gaine. Ceci, avec les rapports de torsade qui varient, explique pourquoi différentes paires dans la même gaine semblent avoir des longueurs différentes.

Pour une évaluation des longueurs, l'appareil de contrôle sur le terrain doit utiliser la longueur mesurée de la même paire de fils pour laquelle la vitesse nominale de propagation a été étalonnée.

Les longueurs maximales de la voie et de la liaison permanente sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

5.3.5 Perte d'atténuation

La perte d'insertion peut être déduite des mesures de tension fréquence balayées/incrémentées. Un signal d'entrée symétrique est appliqué à une paire à l'extrémité proche de la liaison tandis que le signal différentiel sur la même paire est mesuré à l'extrémité éloignée.

Les limites d'essai de perte d'atténuation pour la configuration de la voie et de la liaison permanente doivent être celles spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent). La perte d'atténuation augmente avec la température.

Les mesures doivent être effectuées à la même température pendant tout l'essai afin que l'effet du changement de la température soit négligeable. La perte d'atténuation augmente avec la température et ainsi la perte d'atténuation des segments de câble doit être corrigée à une valeur qui serait atteinte à la température maximale de fonctionnement du câblage de l'installation concernée. Le coefficient de température et les températures maximales doivent être stipulés dans la spécification appropriée pour les composants.

L'augmentation de la perte d'atténuation due à la température élevée ne doit pas être supérieure à 0,4 %/°C, dans la gamme de fréquences de 1 MHz à 250 MHz et à 0,6 %/°C pour les fréquences supérieures à 250 MHz pour les câbles non écrantés et 0,2 %/°C pour les câbles écrantés.

5.3.6 Perte par paradiaphonie, paire à paire, perte par paradiaphonie de la somme des puissances

La perte par paradiaphonie paire à paire (voir 3.10) peut être déduite des mesures de tension fréquence balayées/incrémentées. Un signal d'entrée symétrique est appliqué à une paire perturbante à l'extrémité proche de la liaison tandis que le signal différentiel induit sur la paire perturbée est mesuré à l'extrémité proche.

- b) set the field test equipment to its “NVP calibration” mode. Enter the measured distance into the tester. NVP as a fraction of the speed of light is calculated as follows using appropriate length units:

$$NVP = \frac{\text{Physical Length}}{\text{Measured Propagation Delay} \cdot \text{Velocity of light in vacuum}} \quad (17)$$

where the velocity of light in vacuum = 3×10^8 m/s.

Use this NVP when making subsequent length measurements on a cable from the same spool.

The NVP is calibrated to the wire pair with the longest twist length. This is the pair with the shortest electrical delay. There can be up to 5 % variation in the NVP per wire pair between different pairs in the same sheath. This, together with varying twist ratios, explains why different pairs in the same sheath appear to have different lengths.

For length evaluation, the field tester shall use the measured length of the same wire pair for which the NVP was calibrated.

The maximum lengths of the channel and permanent link are specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

5.3.5 Insertion loss

Insertion loss can be derived from swept/stepped frequency voltage measurements. A balanced input signal is applied to a pair at the near end of the link while the differential signal on the same pair is measured at the far end.

Insertion loss test limits for the channel and permanent link configuration shall be as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent). Insertion loss increases with temperature.

The measurements shall be conducted at the same temperature throughout the test so that the effect of the change of temperature is negligible. Insertion loss increases with temperature so the insertion loss of cable segments shall be corrected to a value that would be reached at the maximum operating temperature of the cabling of the given installation. The temperature coefficient and the maximum temperatures shall be specified in the relevant specification for the components.

The increase in insertion loss due to elevated temperature shall not be greater than 0,4 %/°C, in the frequency range from 1 MHz to 250 MHz and 0,6 %/°C for frequencies above 250 MHz for unscreened cables and 0,2 %/°C for screened cables.

5.3.6 Pair to pair Next, power sum Next

Pair-to-pair NEXT (see 3.10) can be derived from swept/stepped frequency voltage measurements. A balanced input signal is applied to a disturbing pair at the near end of the link while the induced differential signal on the disturbed pair is measured at the near-end.

La perte par paradiaphonie de la somme des puissances est calculée à partir de la perte par paradiaphonie paire à paire à une certaine paire de fils. Par exemple, la perte par paradiaphonie de la somme des puissances de la paire de fils 1,2 est donnée par:

$$PS_NEXT_{12,dB} = -10 * \log \left(10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2}-3,6}{10}} + 10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2}-4,5}{10}} + 10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2}-7,8}{10}} \right) \quad (18)$$

où toutes les quantités de perte par paradiaphonie paire à paire sont supposées être exprimées en unités positives de décibels.

Les limites d'essais de perte par paradiaphonie de la somme des puissances et de perte par paradiaphonie paire à paire sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

5.3.7 ACR (paire à paire et somme des puissances)

5.3.7.1 ACR (paire à paire)

L'ACR de chaque combinaison de paires d'une voie doit satisfaire à la différence de l'exigence de paradiaphonie et de perte d'atténuation (IL). Les exigences d'ACR doivent être satisfaites aux deux extrémités du câblage.

L'ACR(*i,k*) des paires de fils *i* et *k* est calculé comme suit:

$$ACR(i,k) = NEXT(i,k) - \max\{IL(i), IL(k)\} \quad (19)$$

où

i est le nombre de paires perturbantes;

k est le nombre de paires perturbées;

NEXT(*i,k*) est la perte par diaphonie résultant du couplage de la paire de fils *i* à la paire de fils *k*;

IL (*i*) est la perte d'atténuation de la paire *i*;

IL(*k*) est la perte d'atténuation de la paire *k*;

$\max\{IL(i), IL(k)\}$ est la valeur maximale de *IL*(*i*) et *IL*(*k*).

NOTE Pour chaque combinaison de fils paire à paire, l'ACR doit être calculé en utilisant la paire de fils avec la perte d'atténuation la plus élevée pour chaque point de donnée de fréquence.

5.3.7.2 Somme des puissances d'ACR

Les exigences *PS ACR* doivent être satisfaites aux deux extrémités du câblage.

Le *PS ACR*(*k*) de la paire *k* est calculé comme suit:

$$PSACR(k) = PSNEXT(k) - IL(k) \quad (20)$$

où

k est le nombre de paires perturbées;

PS NEXT(*k*) est la perte par paradiaphonie de la somme des puissances de la paire *k*;

IL(*k*) est la perte d'atténuation de la paire *k*.

Power sum NEXT is computed from the pair-to-pair NEXT to a certain wire pair. For example, the power sum NEXT of the 1,2 wire pair is given by

$$PS_NEXT_{12,dB} = -10 * \log \left(10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2-3,6}}{10}} + 10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2-4,5}}{10}} + 10^{\frac{-PP_NEXT_{1,2-7,8}}{10}} \right) \quad (18)$$

where all pair-to-pair *NEXT* quantities are assumed to be expressed in positive units of dB.

Pair-to-pair and power sum *NEXT* test limits are as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

5.3.7 ACR (pair-to-pair and power sum)

5.3.7.1 ACR pair-to-pair

The *ACR* of each pair combination of a channel shall meet the difference of the *NEXT* requirement and the insertion loss (*IL*) requirement. The *ACR* requirements shall be met at both ends of the cabling.

ACR(*i,k*) of wire pairs *i* and *k* is computed as follows:

$$ACR(i,k) = NEXT(i,k) - \max\{IL(i), IL(k)\} \quad (19)$$

where

- i* is the number of the disturbing pair;
- k* is the number of the disturbed pair;
- NEXT*(*i,k*) is the near-end crosstalk loss coupled from wire pair *i* into wire pair *k*;
- IL*(*i*) is the insertion loss of pair *i*;
- IL*(*k*) is the insertion loss of pair *k*;
- $\max\{IL(i), IL(k)\}$ is the maximum value of *IL*(*i*) and *IL*(*k*).

NOTE For each wire pair-to-pair combination, *ACR* must be computed using the wire pair with the highest insertion loss for each frequency data point.

5.3.7.2 ACR power sum

The *PS ACR* requirements shall be met at both ends of the cabling.

PS ACR(*k*) of pair *k* is computed as follows:

$$PSACR(k) = PSNEXT(k) - IL(k) \quad (20)$$

where

- k* is the number of the disturbed pair;
- PS NEXT*(*k*) is the power sum near-end crosstalk loss of pair *k*;
- IL*(*k*) is the insertion loss of pair *k*.

5.3.8 Perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire, perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances

La perte par télédiaphonie de niveau égal (voir 3.12) se calcule à partir des mesures de la perte par télédiaphonie et de la perte d'atténuation.

La perte par télédiaphonie paire à paire (voir 3.14) peut être déduite des mesures de tension fréquence balayées/incrémentées. Un signal d'entrée symétrique est appliqué à une paire perturbante à l'extrémité proche de la liaison tandis que le signal différentiel induit sur la paire perturbée est mesuré à l'extrémité lointaine.

Par exemple, la perte par télédiaphonie de niveau égal pour une paire perturbée de fils 1,2 par une paire perturbante de fils 3,6 est donnée par:

$$ELFEXT_{12-36, dB} = FEXT_{12-36, dB} - insertion_loss_{36, dB} \quad (21)$$

NOTE Le rapport de la perte d'atténuation de la paire perturbée sur la télédiaphonie entrée vers sortie est à prendre en compte pour l'étude du rapport signal sur bruit. Les résultats calculés selon la définition formelle ci-dessus couvrent toutes les combinaisons possibles de perte d'atténuation des paires de fils et de télédiaphonie entrée vers sortie correspondante.

La perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances est calculée à partir de la perte par télédiaphonie paire à paire à une certaine paire de fils. Par exemple, la perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances de la paire de fils 1,2 est

donnée par:

$$PS_ELFEXT_{12, dB} = -10 * \log \left(10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-3,6}}{10}} + 10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-4,5}}{10}} + 10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-7,8}}{10}} \right) \quad (22)$$

où toutes les quantités de perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire sont supposées être exprimées en unités positives de décibels.

Les limites d'essais de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances et de perte par paradiaphonie paire à paire sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

5.3.9 Facteur d'adaptation

Le facteur d'adaptation (voir 3.3) est une mesure de l'énergie réfléchie provoquée par de mauvaises adaptations d'impédance dans le système de câblage. Le facteur d'adaptation est surtout important pour les applications qui font appel à une transmission bidirectionnelle simultanée.

Les limites du facteur d'adaptation sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

5.3.10 Résistance en boucle en courant continu

La résistance en boucle en courant continu est une mesure de la somme totale de la résistance en courant continu des fils d'une paire. Les limites d'essai de résistance en boucle en courant continu sont spécifiées dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent).

5.3.8 Pair-to-pair ELFEXT, power sum ELFEXT

ELFEXT (see 3.12) is computed from far-end crosstalk (FEXT) and insertion loss measurements.

Pair-to-pair FEXT (see 3.14) can be derived from swept/stepped frequency voltage measurements. A balanced input signal is applied to a disturbing pair at the near end of the link while the induced differential signal on the disturbed pair is measured at the far end.

For example, the ELFEXT for a disturbed pair 1,2 wire pair by a disturber 3,6 wire pair is given by

$$ELFEXT_{12-36, dB} = FEXT_{12-36, dB} - insertion_loss_{36, dB} \quad (21)$$

NOTE The ratio of the insertion loss of the disturbed pair to the input-to-output *FEXT* is relevant for the signal-to-noise-ratio consideration. The results computed per the formal definition above cover all possible combinations of insertion loss of wire pairs and corresponding input-to-output *FEXT*.

Power sum ELFEXT is computed from the pair-to-pair ELFEXT to a certain wire pair. For example, the power sum ELFEXT of the 1,2 wire pair is given by

$$PS_ELFEXT_{12, dB} = -10 * \log \left(10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-3,6}}{10}} + 10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-4,5}}{10}} + 10^{\frac{-PP_ELFEXT_{12-7,8}}{10}} \right) \quad (22)$$

where all pair-to-pair ELFEXT quantities are assumed to be expressed in positive units of dB.

Pair-to-pair and power sum ELFEXT test limits are as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

5.3.9 Return loss

Return loss (see 3.3) is a measure of the reflected energy caused by impedance mismatches in the cabling system. Return loss is especially important for applications that use simultaneous bi-directional transmission.

Return loss test limits are specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

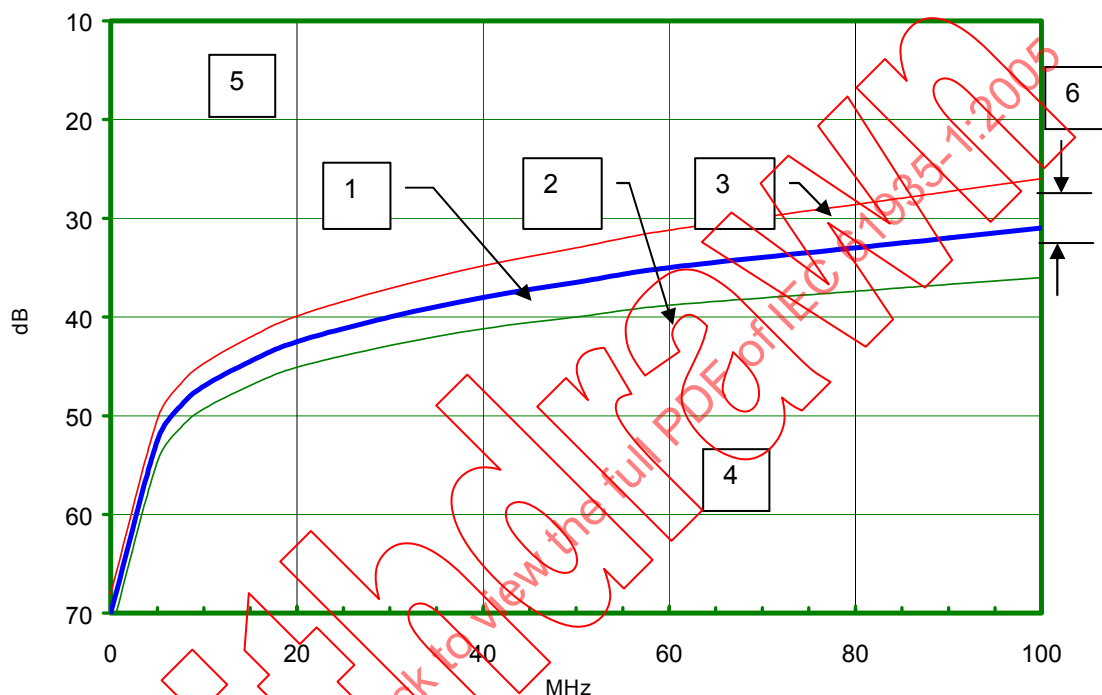
5.3.10 Direct current (d.c.) loop resistance

Direct current (d.c.) loop resistance is a measure of the sum total of the d.c. resistance of the wires of a wire pair. Direct current (d.c.) loop resistance test limits are as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent).

5.4 Compte rendu et précision

5.4.1 Généralités

Un résultat accepté ou refusé pour chaque paramètre doit être déterminé par les limites permises pour ce paramètre. Le résultat des essais d'un paramètre doit être marqué par un astérisque (*) lorsque le résultat est dans la région de l'incertitude de mesure (voir Figure 12. Voir aussi l'Article 6 pour les informations détaillées concernant les exigences de précision de mesure.



IEC 1184/05

Légende

- 1 ligne de limite d'essai
- 2 ligne de limite d'acceptation conditionnelle (Acceptation *)
- 3 ligne de limite de refus conditionnel (Rejet *)
- 4 zone d'acceptation de l'essai – zone sous la ligne de limite d'acceptation conditionnelle
- 5 zone de refus d'essai – zone au-dessus de la ligne de limite d'acceptation conditionnelle
- 6 précision de mesure

Figure 12 – Exemple de zone de tolérance des matériaux (NEXT)

NOTE La Figure 12 donne un exemple d'une zone de tolérance des matériaux autour d'une limite d'acceptation/de refus d'essai pour la paradiaphonie. Les lignes en pointillé au-dessus et au-dessous des limites d'essai sont décalées par rapport à la limite d'essai par la valeur en décibels égale à la précision de mesure. Si la mesure tombe dans la zone au-dessus de la limite, elle est marquée *refusé. Si la mesure tombe dans la zone au-dessous de la limite d'essai, elle est marquée *accepté.

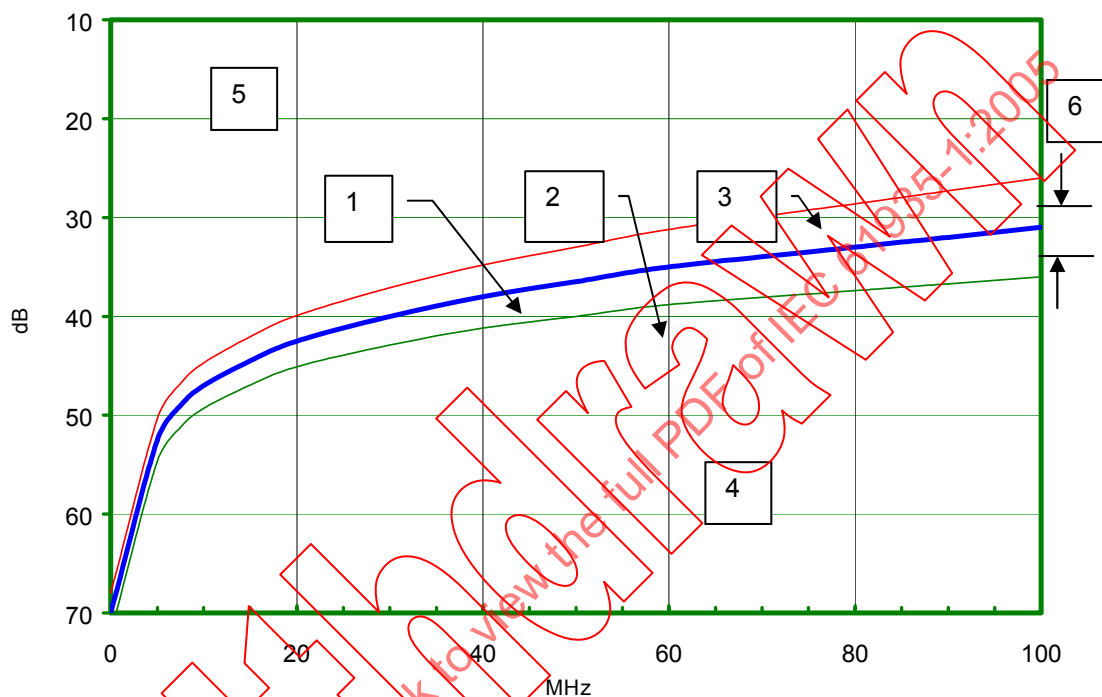
Le fabricant de l'appareil de contrôle sur le terrain doit fournir une documentation pour faciliter l'interprétation des résultats marqués d'un astérisque.

Un état accepté ou refusé global doit être déterminé par les résultats des essais individuels requis. Tout résultat refusé ou *refusé doit entraîner un refus global. Afin d'atteindre un état accepté global, tous les résultats individuels doivent être acceptés ou *acceptés.

5.4 Data reporting and accuracy

5.4.1 General

A pass or fail result for each parameter shall be determined by the allowable limits for that parameter. The test result of a parameter shall be marked with an asterisk (*) when the result is closer to the test limit than the measurement accuracy (see Figure 12). See also Clause 6 for detailed information on measurement accuracy requirements.



Key

- 1 test limit line
- 2 conditional pass limit line (star pass)
- 3 conditional fail limit line (star fail)
- 4 test pass area – the area below the conditional pass limit line
- 5 test fail area – the area above the conditional pass limit line
- 6 measurement accuracy

Figure 12 – Example of equipment tolerance region (NEXT)

NOTE Figure 12 shows an example of a measurement tolerance above and below the NEXT pass/fail test limit. The dotted lines above and below the test limits are offset from the test limit by the value in dB equal to the measurement accuracy. If the measurement falls within the region above the limit, the measurement is marked with a fail*. If the measurement falls within the region below the test limit, the measurement is marked with a pass*.

The field test equipment manufacturer shall provide documentation as an aid to interpret results marked with asterisks.

An overall pass or fail condition shall be determined by the results of the required individual tests. Any fail or fail* shall result in an overall fail. In order to achieve an overall pass condition, all individual results shall be pass or pass*.

Toute mesure consignée par les matériels d'essai doit avoir une précision spécifiée. Pour les exigences concernant la précision, voir l'Article 6. L'appareil de contrôle sur le terrain doit pouvoir consigner les données à tous les points mesurés, charger les données dans un PC, comme décrit en 5.4.2 et fournir des résultats sommaires, comme décrit en 5.4.3.

5.4.2 Résultats détaillés

L'appareil de contrôle sur le terrain doit pouvoir consigner toutes les informations relatives à la connectivité, ainsi que les valeurs mesurées de chaque paramètre à chaque point de mesure de fréquence.

En outre, les résultats détaillés doivent comprendre un résultat ACCEPTÉ/REFUSÉ pour chacun des éléments suivants, le cas échéant:

- table de correspondance, y compris connexion de l'écran, le cas échéant;
- perte d'atténuation;
- perte par paradiaphonie, paire à paire, mesurée depuis l'extrémité locale;
- perte par paradiaphonie, paire à paire, mesurée depuis l'extrémité éloignée;
- perte par paradiaphonie, somme des puissances, à l'extrémité locale;
- perte par paradiaphonie, somme des puissances, à l'extrémité éloignée;
- ACR, paire à paire, mesuré depuis l'extrémité éloignée;
- ACR, paire à paire, mesurée depuis l'extrémité locale;
- ACR, somme des puissances, à l'extrémité locale;
- ACR, somme des puissances, à l'extrémité éloignée;
- perte par télédiaphonie de niveau égal, paire à paire;
- perte par télédiaphonie de niveau égal, somme des puissances;
- affaiblissement de réflexion, mesuré depuis l'extrémité éloignée;
- affaiblissement de réflexion, mesuré depuis l'extrémité locale;
- temps de propagation;
- différence des temps de propagation;
- résistance de boucle en courant continu.

5.4.3 Résultats sommaires

Des informations détaillées peuvent être nécessaires dans certaines circonstances; cependant, en général, une information sommaire sur la performance est suffisante. L'appareil de contrôle sur le terrain doit pouvoir consigner l'information sommaire minimale, comme le montre le Tableau 2.

Any measurement reported by the test equipment shall have a specified accuracy. For accuracy requirements see Clause 6. The field test equipment shall be capable of recording data at all measured points and uploading the data to a PC as described in 5.4.2 and provide summary results as described in 5.4.3.

5.4.2 Detailed results

The field test equipment shall be capable of recording all connectivity information, as well as the measured values of every parameter at every frequency data point.

In addition, the detailed results shall include a PASS/FAIL result for each of the following, as applicable:

- wire map, including shield connection if present;
- insertion loss;
- NEXT, pair-to-pair, measured from local end;
- NEXT, pair-to-pair, measured from remote end;
- NEXT, power sum, at local end;
- NEXT, power sum, at remote end;
- ACR, pair-to-pair, measured from remote end;
- ACR, pair-to-pair, measured from local end;
- ACR, power sum, at local end;
- ACR, power sum, at remote end;
- ELFEXT, pair-to-pair;
- ELFEXT, power sum;
- return loss, measured from local end;
- return loss, measured from remote end;
- propagation delay;
- delay skew;
- d.c. loop resistance.

5.4.3 Summary results

Detailed information may be required in certain circumstances, however, in general, summary performance information is sufficient. The field test equipment shall be capable of reporting the minimum summary information as shown in Table 2.

**Tableau 2 – Résumé des exigences concernant les rapports
pour les appareils de contrôle sur le terrain**

Fonction	Mesurée depuis l'extrémité locale ou l'extrémité éloignée (si des mesures dans les deux sens ne sont pas requises)	Mesurée depuis l'extrémité éloignée (si une mesure depuis l'extrémité éloignée est requise)
Table de correspondance des fils	Toute connectivité, y compris les écrantages (éventuels) Acceptation/refus	
Perte d'atténuation	Perte d'insertion la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la perte d'atténuation la plus défavorable Fréquence à la perte d'atténuation la plus défavorable Paire de fils avec la perte d'atténuation la plus défavorable Acceptation/refus	
NEXT paire à paire	Perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable (1 sur 6 possibles) Limite d'essai à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Fréquence à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Acceptation/refus Marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable (1 sur 6 possibles) Limite d'essai à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Acceptation/refus	Perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable (1 sur 6 possibles) Limite d'essai à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Fréquence à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Acceptation/refus Marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable (1 sur 6 possibles) Limite d'essai à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la marge de perte par paradiaphonie paire à paire la plus défavorable Acceptation/refus
NEXT somme des puissances	Perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Paire de fils à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Acceptation/refus	Perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Paire de fils à la perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Acceptation/refus

Table 2 – Summary of reporting requirements for field test equipment

Function	Measured from local end or remote end (if measurements from both directions are not required)	Measured from remote end (if measurement from remote end is required)
Wire map	All connectivity, including shields (if present) Pass/fail	
Insertion loss	Worst case insertion loss (1 of 4 possible) Test limit at worst case insertion loss Frequency at worst case insertion loss Wire pair with worst case insertion loss Pass/fail	
NEXT pair-to-pair	Worst case pair-to-pair NEXT (1 of 6 possible) Test limit at worst case pair-to-pair NEXT Frequency at worst case pair-to-pair NEXT Pair combination at worst case pair-to-pair NEXT Pass/fail Worst case pair-to-pair NEXT margin (1 of 6 possible) Test limit at worst case pair-to-pair NEXT margin Frequency at worst case pair-to-pair NEXT margin Pair combination at worst case pair-to-pair NEXT margin Pass/fail	Worst case pair-to-pair NEXT (1 of 6 possible) Test limit at worst case pair-to-pair NEXT Frequency at worst case pair-to-pair NEXT Pair combination at worst case pair-to-pair NEXT Pass/fail Worst case pair-to-pair NEXT margin (1 of 6 possible) Test limit at worst case pair-to-pair NEXT margin Frequency at worst case pair-to-pair NEXT margin Pair combination at worst case pair-to-pair NEXT margin Pass/fail
NEXT power sum	Worst case power sum NEXT (1 of 4 possible) Test limit at worst case power sum NEXT Frequency at worst case power sum NEXT Wire pair at worst case power sum NEXT Pass/fail	Worst case power sum NEXT (1 of 4 possible) Test limit at worst case power sum NEXT Frequency at worst case power sum NEXT Wire pair at worst case power sum NEXT Pass/fail

Tableau 2 (suite)

Fonction	Mesurée depuis l'extrémité locale ou l'extrémité éloignée (si des mesures dans les deux sens ne sont pas requises)	Mesurée depuis l'extrémité éloignée (si une mesure depuis l'extrémité éloignée est requise)
NEXT Somme des puissances (suite)	Marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Paire de fils à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Acceptation/refus	Marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Paire de fils à la marge de perte par paradiaphonie de la somme des puissances la plus défavorable Acceptation/refus
ACR paire à paire	ACR paire à paire le plus défavorable (1 de 6) Limite d'essai à l'ACR paire à paire le plus défavorable NOTE Pour chaque combinaison de fils paire à paire, l'ACR doit être calculé en utilisant la paire de fils avec la perte d'atténuation la plus élevée pour chaque point de donnée de fréquence. Fréquence à l'ACR paire à paire le plus défavorable Combinaison de paires à l'ACR paire à paire le plus défavorable (paire perturbante, paire perturbée) Acceptation/refus Marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Limite d'essai à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Fréquence à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable (paire perturbante, paire perturbée) Acceptation/refus	ACR paire à paire le plus défavorable (1 de 6) Limite d'essai à l'ACR paire à paire le plus défavorable NOTE Pour chaque combinaison de fils paire à paire, l'ACR doit être calculé en utilisant la paire de fils avec la perte d'atténuation la plus élevée pour chaque point de donnée de fréquence. Fréquence à l'ACR paire à paire le plus défavorable Combinaison de paires à l'ACR paire à paire le plus défavorable (paire perturbante, paire perturbée) Acceptation/refus Marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Limite d'essai à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Fréquence à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la marge d'ACR paire à paire la plus défavorable (paire perturbante, paire perturbée) Acceptation/refus
ACR Somme des puissances	ACR de la somme des puissances le plus défavorable (1 de 4) NOTE Pour chaque combinaison de fils paire à paire, l'ACR doit être calculé en utilisant la paire de fils avec la perte d'atténuation la plus élevée pour chaque point de donnée de fréquence. Limite d'essai à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Combinaison de paires à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable (perturbante, perturbée) Acceptation/refus	ACR de la somme des puissances le plus défavorable (1 de 4) NOTE Pour chaque combinaison de fils paire à paire, l'ACR doit être calculé en utilisant la paire de fils avec la perte d'atténuation la plus élevée pour chaque point de donnée de fréquence. Limite d'essai à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Combinaison de paires à l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable (perturbante, perturbée) Acceptation/refus

Table 2 (continued)

Function	Measured from local end or remote end (if measurements from both directions are not required)	Measured from remote end (if measurement from remote end is required)
NEXT power sum	Worst case power sum NEXT margin (1 of 4 possible) Test limit at worst case power sum NEXT margin Frequency at worst case power sum NEXT margin Wire pair at worst case power sum NEXT margin Pass/fail	Worst case power sum NEXT margin (1 of 4 possible) Test limit at worst case power sum NEXT margin Frequency at worst case power sum NEXT margin Wire pair at worst case power sum NEXT margin Pass/fail
ACR pair-to-pair	Worst case pair-to-pair ACR (1 of 6) Test limit at worst case pair-to-pair ACR NOTE For each wire pair-to-pair combination, ACR shall be computed using the wire pair with the highest insertion loss for each frequency data point Frequency at worst case pair-to-pair ACR Pair combination at worst case pair-to-pair ACR (disturber, disturbed) Pass/fail Worst case pair-to-pair ACR margin Test limit at worst case pair-to-pair ACR margin Frequency at worst case pair-to-pair ACR margin Pair combination at worst case pair-to-pair ACR margin (disturber, disturbed) Pass/fail	Worst case pair-to-pair ACR (1 of 6) Test limit at worst case pair-to-pair ACR NOTE For each wire pair-to-pair combination, ACR shall be computed using the wire pair with the highest insertion loss for each frequency data point Frequency at worst case pair-to-pair ACR Pair combination at worst case pair-to-pair ACR (disturber, disturbed) Pass/fail Worst case pair-to-pair ACR margin Test limit at worst case pair-to-pair ACR margin Frequency at worst case pair-to-pair ACR margin Pair combination at worst case pair-to-pair ACR margin (disturber, disturbed) Pass/fail
ACR power sum	Worst case power sum ACR (1 of 4) NOTE For each wire pair-to-pair combination ACR shall be computed using the wire pair with the highest insertion loss for each frequency data point Test limit at worst case power sum ACR Frequency at worst case power sum ACR Pair combination at worst case power sum ACR (disturber, disturbed) Pass/fail	Worst case power sum ACR (1 of 4) NOTE For each wire pair-to-pair combination ACR shall be computed using the wire pair with the highest insertion loss for each frequency data point Test limit at worst case power sum ACR Frequency at worst case power sum ACR Pair combination at worst case power sum ACR (disturber, disturbed) Pass/fail

Tableau 2 (suite)

Fonction	Mesurée depuis l'extrémité locale ou l'extrémité éloignée (si des mesures dans les deux sens ne sont pas requises)	Mesurée depuis l'extrémité éloignée (si une mesure depuis l'extrémité éloignée est requise)
ACR Somme des puissances	Marge d'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Limite d'essai à la marge d'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la marge de l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Combinaison de paires à la marge de l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable (perturbante, perturbé) Acceptation/refus	Marge d'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Limite d'essai à la marge d'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la marge de l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable Combinaison de paires à la marge de l'ACR de la somme des puissances la plus défavorable (perturbante, perturbé) Acceptation/refus
Perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire	Perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable (1 de 24 possibles) Limite d'essai à la perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable Fréquence à la perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la perte par télédiaphonie à niveau égal paire à paire la plus défavorable (perte perturbante, perte perturbée) Acceptation/refus Marge de perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable Limite d'essai à la marge de perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable Combinaison de paires à la marge de télédiaphonie de niveau égal paire à paire la plus défavorable (paire perturbante, paire perturbée) Acceptation/refus	
Perte par télédiaphonie de niveau égal somme des puissances	Perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable (1 de 8 possibles) Limite d'essai à la perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable Paires à la somme des puissances la plus défavorable Perte par télédiaphonie de niveau égal (perturbant, perturbé) Acceptation/refus	

Table 2 (continued)

Function	Measured from local end or remote end (if measurements from both directions are not required)	Measured from remote end (if measurement from remote end is required)
ACR power sum	Worst case power sum ACR margin Test limit at worst case power sum ACR margin Frequency at worst case power sum ACR margin Pair combination at worst case power sum ACR margin (disturber, disturbed) Pass/fail	Worst case power sum ACR margin Test limit at worst case power sum ACR margin Frequency at worst case power sum ACR margin Pair combination at worst case power sum ACR margin (disturber, disturbed) Pass/fail
ELFEXT pair-to-pair	Worst case pair-to-pair ELFEXT (1 of 24 possible) Test limit at worst case pair-to-pair ELFEXT Frequency at worst case pair-to-pair ELFEXT Pair combination at worst case pair-to-pair ELFEXT (disturber, disturbed) Pass/fail Worst case pair-to-pair ELFEXT margin Test limit at worst case pair-to-pair ELFEXT margin Frequency at worst case pair-to-pair ELFEXT margin Pair combination at worst case pair-to-pair ELFEXT margin (disturber, disturbed) Pass/fail	
ELFEXT power sum	Worst case power sum ELFEXT (1 of 8 possible) Test limit at worst case power sum ELFEXT Frequency at worst case power sum ELFEXT Pairs at worst case power sum ELFEXT (disturber, disturbed) Pass/fail	

Tableau 2 (suite)

Fonction	Mesurée depuis l'extrémité locale ou l'extrémité éloignée (si des mesures dans les deux sens ne sont pas requises)	Mesurée depuis l'extrémité éloignée (si une mesure depuis l'extrémité éloignée est requise)
Perte par télédiaphonie de niveau égal Somme des puissances	Marge de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable (1 sur 8 possibles) Limite d'essai à la marge de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable Fréquence à la marge de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable Paire à la marge de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances la plus défavorable (perturbant, perturbé) Acceptation/refus	
Facteur d'adaptation	Marge de facteur d'adaptation la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la marge de facteur d'adaptation la plus défavorable. Facteur d'adaptation à la marge du facteur d'adaptation la plus défavorable. Fréquence à laquelle se produit la marge la plus défavorable. Acceptation/refus	Marge de facteur d'adaptation la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai à la marge de facteur d'adaptation la plus défavorable. Facteur d'adaptation à la marge du facteur d'adaptation la plus défavorable. Fréquence à laquelle se produit la marge la plus défavorable. Acceptation/refus
Temps de propagation	Temps de propagation le plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai au temps de propagation du cas le plus défavorable. Acceptation/refus	
Différence des temps de propagation	Différence des temps de propagation du cas le plus défavorable (1 sur 1 possible) Limite d'essai de la différence des temps de propagation Acceptation/refus	
Résistance de boucle en courant continu	Résistance en boucle en courant continu la plus défavorable (1 sur 4 possibles) Limite d'essai de résistance en boucle en courant continu Acceptation/refus	

Table 2 (continued)

Function	Measured from local end or remote end (if measurements from both directions are not required)	Measured from remote end (if measurement from remote end is required)
ELFEXT power sum	Worst case power sum ELFEXT margin (1 of 8 possible) Test limit at worst case power sum ELFEXT margin Frequency at worst case power sum ELFEXT margin Pair at worst case power sum ELFEXT margin (disturber, disturbed) Pass/fail	
Return loss	Worst case return loss margin (1 of 4 possible) Test limit at worst case return loss margin Return loss at worst case return loss margin Frequency at which worst case margin occurs Pass/fail	Worst case return loss margin (1 of 4 possible) Test limit at worst case return loss margin Return loss at worst case return loss margin Frequency at which worst case margin occurs Pass/fail
Propagation delay	Worst case propagation delay (1 of 4 possible) Test limit at worst case propagation delay Pass/fail	
Delay skew	Worst case delay skew (1 of 1 possible) Test limit of delay skew Pass/fail	
d.c. loop resistance	Worst case d.c. loop resistance (1 of 4 possible) Test limit of d.c. loop resistance Pass/fail	

5.5 Procédures de mesures sur le terrain

5.5.1 Généralités

Tous les paramètres appropriés spécifiés dans l'ISO/IEC 11801 (ou équivalent) doivent être soumis aux essais.

5.5.2 Vérification de la cohérence pour les appareils de contrôle sur le terrain

Le fabricant de l'appareil de contrôle sur le terrain doit mettre à la disposition de l'utilisateur une procédure simple permettant de vérifier, de consigner et d'enregistrer la cohérence de l'essai effectué sur le terrain. Les procédures suivantes doivent être suivies, sauf indication contraire dans une spécification correspondante.

5.5.2.1 Répétabilité des essais sur une liaison de référence

Le propriétaire de l'appareil de contrôle sur le terrain doit construire une liaison de référence. Des mesures répétées sur cette liaison doivent donner les mêmes résultats dans les limites de l'amplitude des spécifications concernant la précision. Des comparaisons doivent être faites pour les résultats les plus défavorables sur la bande de fréquence.

5.5.2.2 Répétabilité des essais par des essais sur la même liaison dans des sens opposés

Toute liaison peut être mesurée d'abord en connectant l'appareil de contrôle principal à une extrémité du câblage et l'appareil de contrôle à distance à l'autre extrémité du câblage. Après avoir effectué un essai, les emplacements de l'appareil de contrôle principal et de l'appareil à distance sont interchangés.

5.5.3 Evaluation des essais de cohérence

Toutes les amplitudes les plus défavorables doivent rester les mêmes dans les limites du double de la spécification concernant la précision du paramètre d'essai, sauf pour les mesures de perte par paradiaphonie et de facteur d'adaptation. Pour la perte par paradiaphonie et le facteur d'adaptation, les résultats de perte par paradiaphonie et de facteur d'adaptation obtenus sur place pendant le premier essai doivent être comparés aux résultats de perte par paradiaphonie et de facteur d'adaptation à distance obtenus pendant le deuxième essai. De même, les résultats de perte par paradiaphonie et de facteur d'adaptation à distance obtenus pendant le premier essai doivent être comparés aux résultats de perte par paradiaphonie et de facteur d'adaptation sur place obtenus pendant le deuxième essai.

5.5.4 Applicabilité du système d'administration

En plus des indications accepté/refusé, les valeurs mesurées du paramètre en essai doivent être enregistrées dans le système d'administration (voir l'ISO/IEC 14763-1). Toute nouvelle configuration des composants de câblage après les essais peut changer la performance et donc invalider les résultats des essais précédents. Ce câblage doit subir de nouveaux essais pour confirmer sa conformité.

5.5.5 Cordons d'adaptateur des matériels de contrôle pour les essais de liaisons

Les cordons d'adaptateurs utilisés pour relier l'appareil de contrôle sur le terrain à la liaison en cours d'examen doivent être tels que spécifiés par le fabricant des matériels d'essai comme convenant pour les mesures de la liaison. Le câble souple et le matériel de connexion ont un cycle de vie limité et doivent être examinés de manière périodique quant à leur conformité aux spécifications (voir 5.5.2).

La périodicité minimale recommandée est de 100 insertions.

5.5 Field measurement procedures

5.5.1 General

All appropriate parameters as specified in ISO/IEC 11801 (or equivalent) shall be tested.

5.5.2 Consistency checks for field testers

The field test equipment manufacturer shall make available to the user a simple procedure for verifying, reporting, and recording the consistency of the field test in the field. The following procedures shall be followed unless stated otherwise in a relevant specification.

5.5.2.1 Repeatability of tests on a reference link

The owner of the field test equipment shall construct a reference link. Repeated measurements on this link shall result in the same results within the magnitude of the accuracy specifications. Comparisons shall be made between the worst results across the frequency band.

5.5.2.2 Repeatability of tests by testing the same link in opposite directions

Any link can be measured at first by connecting the main field test unit to one end of the cabling and the remote field test unit to the other end of the cabling. After performing a test, the locations of the main field test unit and the remote field test unit are exchanged.

5.5.3 Evaluation of consistency tests

All worst case magnitudes shall remain the same within twice the accuracy specification of the parameter under test, except for NEXT and return loss measurements. For NEXT and return loss, the local NEXT and return loss results obtained during the first test shall be compared to the remote NEXT and return loss results obtained during the second test. Similarly, the remote NEXT and return loss results obtained during the first test shall be compared to the local NEXT and return loss results during the second test.

5.5.4 Administration system applicability

In addition to pass/fail indications, measured values of the test parameter shall be recorded in the administration system (see ISO/IEC 14763-1). Any reconfiguration of cabling components after testing may change the performance and thereby invalidate previous test results. Such cabling shall require retesting to confirm conformance.

5.5.5 Test equipment adapter cords for link testing

Adapter cords used to attach the field test equipment to the link under consideration shall be as specified by the test equipment manufacturer to be suitable for link measurements. Flexible cable and connecting hardware has a limited life-cycle and shall be inspected periodically for conformance to specifications. (see 5.5.2)

The recommended minimum periodicity is 100 insertions.

5.5.6 Essais des cordons d'utilisateur et des voies

Les cordons d'utilisateur sont les cordons des matériels, les cordons ou les jarretières qui sont inclus comme composants de la voie. Les cordons d'utilisateur doivent être testés en place dans une voie. Un cordon d'utilisateur peut être vérifié en l'insérant dans la voie en essai. Si la voie est conforme aux exigences de transmission, le cordon d'utilisateur peut être approuvé pour être utilisé dans cette voie uniquement. Le cordon doit rester en place et son orientation n'est pas inversée.

6 Exigences concernant la précision des mesures des appareils de contrôle sur le terrain

6.1 Généralités

La précision est la différence entre la valeur mesurée consignée par l'appareil de contrôle sur le terrain et la valeur réelle. La précision dépend des caractéristiques de l'appareil de contrôle sur le terrain ainsi que des caractéristiques de transmission du câblage.

Des niveaux minimaux de performance ont été identifiés pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE, III et IV. Chaque niveau de précision a son propre ensemble d'exigences de performance qui sont décrites dans le présent article.

Des modèles d'erreur pour chacune des mesures donnent des estimations pour la précision des mesures de chaque paramètre qui doit être mesuré. Les modèles d'erreur utilisent les paramètres de performance les plus importants qui sont censés avoir une influence sur la précision des mesures. Cependant, il peut y avoir des sources supplémentaires d'erreur de mesure qui ne sont pas reflétées dans ce modèle d'erreur et qui dépendent de l'intégration du circuit de mesure dans l'appareil de contrôle sur le terrain. En outre, il y a de nombreuses hypothèses qui ne peuvent pas toujours être réalisées.

Outre les exigences de performance pour les propriétés des appareils de contrôle sur le terrain, des méthodes de comparaison des résultats obtenus par ces appareils avec ceux obtenus par les méthodes de laboratoire sont spécifiées. Les méthodes de laboratoire sont décrites en 6.8. L'écart entre les deux résultats ne doit pas être supérieur à la somme totale de la précision estimée des mesures de l'appareil de contrôle sur le terrain et de la précision estimée des mesures du système de mesure du laboratoire. Dans la mesure où la précision de mesure observée dépend également des propriétés des liaisons qui sont utilisées dans la comparaison, la précision de mesure calculée selon les modèles d'erreur de 6.7 doit être en harmonie avec la précision de mesure observée décrite en 6.8.

Les indicateurs de précision de mesure estimée suivants sont applicables:

- à la limite d'acceptation/de refus de liaison permanente pour la ligne de base et la liaison;
- à la limite d'acceptation/de refus de la voie pour la voie;
- à la fréquence d'essai la plus élevée applicable à la classe D pour le niveau IIE, à la classe E pour le niveau III et à la classe F pour le niveau IV.

NOTE 1 La précision de mesure pour tous les paramètres à l'exception du facteur d'adaptation présente la précision la plus défavorable à la fréquence d'essai la plus élevée. Dans le cas du facteur d'adaptation, le cas le plus défavorable apparaît à des fréquences peu élevées. Cependant, à très basse fréquence, la règle des 3 dB élimine les résultats à basse fréquence.

NOTE 2 La précision de mesure pour tous les paramètres à l'exception du facteur d'adaptation ne dépend pas de manière significative de la limite d'acceptation/de refus sur la liaison ou la voie. En cas de facteur d'adaptation, la précision de mesure lorsqu'elle est calculée à la limite d'acceptation/de refus de la liaison permanente plutôt qu'à la limite de voie est dégradée par environ 0,4 dB.

NOTE 3 En pratique, les paramètres de performance des appareils de contrôle sur le terrain sont souvent considérablement améliorés par rapport aux paramètres minimaux exigés. Le fabricant des appareils de contrôle sur le terrain peut spécifier une précision de mesure améliorée et utiliser cette précision de mesure améliorée pour réduire la bande d'incertitude comme indiqué à la Figure 12. Une précision commune est d'environ la moitié de la précision la plus défavorable comme indiqué dans les tableaux.

5.5.6 User cords and channel testing

User cords are equipment cords, patch cords, or jumpers which are included as part of the channel. User cords shall be tested in place in a channel. A user cord may be verified by inserting the cord in the channel under test. If the channel conforms to the transmission requirements, the user cord is approved for use in that channel only. The patch cord shall remain in place and its orientation not reversed.

6 Field tester measurement accuracy requirements

6.1 General

Accuracy is the difference between the measured value reported by the field test equipment and the actual value. Accuracy is a function of the characteristics of the field test equipment as well as the transmission characteristics of the cabling.

Minimum performance levels have been identified for levels IIE, III, and IV field test equipment. Each accuracy level has its own set of performance requirements which are described in this clause.

Error models for each of the measurements provide estimates for the measurement accuracy for each parameter to be measured. The error models use the most important performance parameters that are expected to influence measurement accuracy. However, there may be additional sources of measurement error that are not reflected in this error model, depending on the incorporation of the measurement circuitry in the field tester. Furthermore, there are numerous assumptions that may not always be achieved.

In addition to performance requirements for the properties of field testers, methods to compare the results obtained by field test equipment with those using laboratory methods are specified. Laboratory methods are described in 6.8. The deviation of the two results shall be no more than the total sum of the estimated measurement accuracy of the field test equipment and estimated measurement accuracy of the laboratory measurement system. Since the observed measurement accuracy also depends on the properties of the links that are used in the comparison, the computed measurement accuracy per the error models in 6.7 shall be in harmony with the observed measurement accuracy as described in 6.8.

The following estimated measurement accuracy indicators are applicable to

- permanent link pass/fail limit for baseline and link;
- channel pass/fail limit for the channel;
- at the highest test frequency applicable to class D for level IIE, class E for level III and class F for level IV.

NOTE 1 The measurement accuracy for all parameters except return loss exhibit worst-case accuracy at the highest test frequency. In case of return loss, the worst case occurs at low frequencies. However, at very low frequencies, the 3 dB rule discards low frequency results.

NOTE 2 The measurement accuracy for all parameters except return loss is not significantly dependent on the link or channel pass/fail limit. In case of return loss, the return loss measurement accuracy when computed at the permanent link pass/fail limit rather than the channel limit is degraded by approx. 0,4 dB.

NOTE 3 Practically, performance parameters of field testers are often considerably improved over those minimally required. The field tester manufacturer may specify improved measurement accuracy, and use this improved measurement accuracy to reduce the uncertainty band as depicted in Figure 12. A common accuracy is approximately half of the worst case accuracy as reported in the tables.

NOTE 4 Dans les cas où la perte d'atténuation mesurée est inférieure à 3 dB, les limites d'acceptation/de refus pour les pertes d'insertion, et l'affaiblissement de réflexion d'atténuation ne doivent pas s'appliquer. Dans les cas où la perte d'atténuation mesurée est inférieure à 4 dB, les limites d'acceptation/de refus pour la perte d'atténuation et la paradiaphonie ne doivent pas s'appliquer.

Tableau 3 – Précision de mesure du cas le plus défavorable du temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de la résistance en courant continu et de la longueur pour les appareils d'essai de niveau IIE, de niveau III et de niveau IV

Paramètre d'essai Niveau IIE	Précision de la ligne de base @ Limite Perm. L.	Précision L. Perm. @ Limite L. Perm.	Précision de voie @ Limite de voie
Temps de propagation	27 ns	27 ns	25 ns
Différence des temps de propagation	10 ns	10 ns	10 ns
Longueur	4,6 m	4,6 m	5 m
Résistance en courant continu	1,2 Ω	1,2 Ω	1,3 Ω

Tableau 4 – Précision de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, de la paradiaphonie, d'ACR, de la télédiaphonie de niveau égal et du facteur d'adaptation pour les instruments d'essai de terrain de niveau IIE

Paramètre d'essai Niveau IIE	Précision de la ligne de base @ Limite L. Perm. dB	Précision L. Perm. @ Limite L. Perm. dB	Précision de voie @ limite de voie dB
Fréquence (MHz)	100	100	100
Perte d'atténuation	1,3	1,7	1,9
NEXT paire à paire	1,8	2,4	3,6
NEXT, somme des puissances	1,9	2,3	3,8
ACR paire à paire	2,3	3,0	4,2
ACR de la somme des puissances	2,3	2,9	4,4
ELFEXT paire à paire	2,3	3,0	4,4
ELFEXT de la somme des puissances	2,4	3,1	4,8
Facteur d'adaptation	1,9	2,9	2,4

Tableau 5 – Mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, NEXT, ACR, ELFEXT et facteur d'adaptation pour les instruments d'essai de niveau III

Paramètre d'essai	Précision de la ligne de base @ Limite L. Perm.		Précision L. Perm. @ Limite L. Perm.		Précision de voie @ Limite de voie	
Fréquence (MHz)	100	250	100	250	100	250
Perte d'atténuation	1,2	1,9	1,3	2,3	1,4	2,5
NEXT paire à paire	1,8	2,8	2,0	3,3	2,9	4,2
NEXT, somme des puissances	2,0	2,9	2,1	3,4	3,2	4,5
ACR paire à paire	2,2	3,5	2,5	4,1	3,4	5,0
ACR de la somme des puissances	2,4	3,6	2,6	4,2	3,7	5,2
ELFEXT paire à paire	2,0	3,4	2,2	4,1	3,4	5,0
ELFEXT de la somme des puissances	2,0	3,5	2,3	4,1	3,7	5,3
Facteur d'adaptation	2,8	2,5	3,5	4,3	2,8	3,8

NOTE 4 In cases where measured insertion loss is less than 3 dB, the pass/fail limits for insertion loss and return loss will not apply. In cases where measured insertion loss is less than 4 dB, the pass/fail limits for insertion loss and NEXT will not apply.

Table 3 – Worst case propagation delay, delay skew, d.c. resistance and length measurement accuracy for level IIE, level III and level IV test instruments

Test parameter level IIE	Baseline accuracy @ Perm.L. limit	Perm. L. accuracy @ Perm. L. limit	Channel accuracy @ Channel limit
Propagation delay	27 ns	27 ns	25 ns
Delay skew	10 ns	10 ns	10 ns
Length	4,6 m	4,6 m	5 m
DC resistance	1,2 Ω	1,2 Ω	1,3 Ω

Table 4 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss measurement accuracy for level IIE field test instruments

Test parameter level IIE	Baseline accuracy @ Perm.L. limit dB	Perm. L. accuracy @ Perm. L. limit dB	Channel accuracy @ Channel limit dB
Frequency (MHz)	100	100	100
Insertion loss	1,3	1,7	1,9
Pair-to-pair NEXT	1,8	2,4	3,6
Power sum NEXT	1,9	2,3	3,8
Pair-to-pair ACR	2,3	3,0	4,2
Power sum ACR	2,3	2,9	4,4
Pair-to-pair ELFEXT	2,3	3,0	4,4
Power sum ELFEXT	2,4	3,1	4,8
Return loss	1,9	2,9	2,4

Table 5 – Worst case measurement insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss for level III test instruments

Test parameter	Baseline accuracy @ Perm.L. limit		Perm. L. accuracy @ Perm. L. limit		Channel accuracy @ Channel limit	
Frequency (MHz)	100	250	100	250	100	250
Insertion loss	1,2	1,9	1,3	2,3	1,4	2,5
Pair-to-pair NEXT	1,8	2,8	2,0	3,3	2,9	4,2
Power sum NEXT	2,0	2,9	2,1	3,4	3,2	4,5
Pair-to-pair ACR	2,2	3,5	2,5	4,1	3,4	5,0
Power sum ACR	2,4	3,6	2,6	4,2	3,7	5,2
Pair-to-pair ELFEXT	2,0	3,4	2,2	4,1	3,4	5,0
Power sum ELFEXT	2,0	3,5	2,3	4,1	3,7	5,3
Return loss	2,8	2,5	3,5	4,3	2,8	3,8

Tableau 6 – Mesure du cas le plus défavorable de la perte d'atténuation, de la NEXT, de l'ACR, de l'ELFEXT et du facteur d'adaptation pour les instruments de mesure de niveau IV

Paramètre d'essai	Précision de la ligne de base @ Limite L. Perm. dB			Précision L. Perm. @ Limite L. Perm. dB			Précision de voie @ limite de voie dB		
	100	250	600	100	250	600	100	250	600
Fréquence (MHz)									
Perte d'atténuation	1,2	1,9	2,1	1,3	2,3	2,5	1,4	2,5	2,8
NEXT paire à paire	1,9	2,8	3,7	2,5	3,6	4,7	3,8	4,8	5,4
NEXT, somme des puissances	2,0	2,9	3,8	2,7	3,8	4,9	4,3	5,1	5,7
ACR paire à paire	2,3	3,5	4,4	2,9	4,4	5,5	4,3	5,5	6,2
ACR de la somme des puissances	2,4	3,6	4,4	3,1	4,5	5,6	4,7	5,9	6,5
ELFEXT paire à paire	2,2	3,5	4,5	2,7	4,4	5,6	2,9	4,8	5,9
ELFEXT de la somme des puissances	2,3	3,6	4,6	2,9	4,6	5,8	3,1	5,0	6,0
Facteur d'adaptation	2,8	2,5	2,4	3,3	3,2	3,1	2,7	2,8	2,8

6.2 Spécifications de précision de mesure communes aux appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE, de niveau III et de niveau IV

Les exigences de précision de mesure pour le temps de propagation, la différence des temps de propagation et la longueur pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE, de niveau III et de niveau IV sont identiques et indiquées au Tableau 7.

Tableau 7 – Spécifications de performance de précision de temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de résistance en courant continu et de longueur

Paramètre de performance	Temps de propagation	Différence des temps de propagation	Résistance en courant continu	Longueur ^a
Gamme	0 µs à 1 µs @ 10 MHz	0 ns – 100 ns @ 10 MHz	0 Ω – 100 Ω	0 m -305 m
Résolution	1 ns	1 ns	1 Ω	0,1 m
Précision	± (5 ns + 4 %)	± 10 ns	± (1 Ω + 1 %)	± (1 m + 4 %)
^a La longueur n'est pas un paramètre de mesure d'acceptation/de refus selon l'ISO/IEC 11801. La précision de longueur est relative par rapport à l'étalonnage NVP.				

6.3 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE

Les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IIE destinés à soumettre aux essais les câblages jusqu'à la Classe D doivent être conformes à toutes les exigences individuelles pour chacune des fonctions de mesure au plan de référence de mesure pour la configuration d'essai. Les exigences de précision de ligne de base s'appliquent aux accès de mesure de l'appareil de contrôle sur le terrain; les exigences de précision de liaison s'appliquent aux plans de référence pour la liaison permanente ou la liaison CP et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de liaison; les exigences de précision de voie s'appliquent aux plans de référence pour la voie et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de voie. Une illustration des bandes d'incertitude applicables aux mesures de paradiaphonie est donnée à la Figure 12.

Table 6 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR, ELFEXT and return loss measurement for level IV test instruments

Test parameter	Baseline accuracy @ Perm.L. limit dB			Perm. L. accuracy @ Perm. L. limit dB			Channel accuracy @ Channel limit dB		
	100	250	600	100	250	600	100	250	600
Frequency (MHz)									
Insertion loss	1,2	1,9	2,1	1,3	2,3	2,5	1,4	2,5	2,8
Pair-to-pair NEXT	1,9	2,8	3,7	2,5	3,6	4,7	3,8	4,8	5,4
Power sum NEXT	2,0	2,9	3,8	2,7	3,8	4,9	4,3	5,1	5,7
Pair-to-pair ACR	2,3	3,5	4,4	2,9	4,4	5,5	4,3	5,5	6,2
Power sum ACR	2,4	3,6	4,4	3,1	4,5	5,6	4,7	5,9	6,5
Pair-to-pair ELFEXT	2,2	3,5	4,5	2,7	4,4	5,6	2,9	4,8	5,9
Power sum ELFEXT	2,3	3,6	4,6	2,9	4,6	5,8	3,1	5,0	6,0
Return loss	2,8	2,5	2,4	3,3	3,2	3,1	2,7	2,8	2,8

6.2 Measurement accuracy specifications common to level IIE, level III and level IV field testers

The measurement accuracy requirements are for propagation delay, delay skew, and length for level IIE, level III and level IV field testers are identical and shown in Table 7.

Table 7 – Propagation delay, delay skew, DC resistance and length accuracy performance specifications

Performance parameter	Propagation delay	Delay skew	DC resistance	Length ^a
Range	0 μ s – 1 μ s @ 10 MHz	0 ns – 100 ns @ 10 MHz	0 Ω – 100 Ω	0 m – 305 m
Resolution	1 ns	1 ns	1 Ω	0,1 m
Accuracy	$\pm (5 \text{ ns} + 4 \text{ } \%)$	$\pm 10 \text{ ns}$	$\pm (1 \text{ } \Omega + 1 \text{ } \%)$	$\pm (1 \text{ m} + 4 \text{ } \%)$
^a Length is not a pass/fail measurement parameter per ISO/IEC 11801. The length accuracy is relative to the NVP calibration.				

6.3 Accuracy performance requirements for level IIE field testers

Level IIE field test equipment intended to test up to class D cabling shall conform to all individual requirements for each of the measurement functions at the reference plane of measurement for the test configuration. The baseline accuracy requirements apply at the measurement ports of the field tester; the link accuracy requirements apply at the reference planes for the permanent link or CP link and includes the impact on accuracy of the link adapter; the channel accuracy requirements apply at the reference planes for the channel and includes the impact on the accuracy of the channel adapter. A depiction of uncertainty bands applicable to NEXT measurements is shown in Figure 12.

Tableau 8 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau IIE selon les directives CEI

Paramètre	Appareil de contrôle sur le terrain de ligne de base	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de liaison permanente de niveau IIE	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de voie de niveau IIE	
Gamme dynamique	3 dB au-delà de la limite d'essai ^{a,b} PP NEXT et FEXT 60 dB PS NEXT et FEXT 57 dB			dB
Résolution d'amplitude	0,1			dB
Gamme de fréquences et résolution	Perte d'atténuation: 1 MHz – 100 MHz: 1 MHz NEXT, ELFEXT et facteur d'adaptation: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz –100 MHz: 250 kHz			MHz
Précision dynamique NEXT	± 0,75 ^c			dB
Précision dynamique ELFEXT	± 1,0 ^d			dB
Facteur d'adaptation source/charge	1MHz – 5 MHz: 15 dB 5 MHz – 100 MHz: 20 dB	15 dB		dB
Seuil de bruit aléatoire	65 – 15 log(f/100), 80 dB max.			dB
Paradiaphonie résiduelle	60 – 20 log(f/100) ^e	60 – 20 log(f/100) ^e	43 – 20log(f/100) ^e	dB
Perte par télédiaphonie résiduelle	55 – 20 log(f/100) ^e	55 – 20 log(f/100) ^e	35,1 – 20log(f/100) ^e	dB
Symétrie du signal de sortie	37-20 log(f/100) ^f	34-20log(f/100) ^f		dB
Réjection en mode commun	37-20 log(f/100) ^f	34-20log(f/100) ^f		dB
Suivi	± 0,25 dB ^g	± 0,5 dB ^h		dB
Directivité	1 -10 MHz: 30 dB 10 -100 MHz: 30-2log(f/10) ^g	25 dB ^h		dB
Adaptation de la source	20 dB ^g	18 – 20 log $\left(\frac{f}{100}\right)$ 20 dB max ^h		dB
Facteur d'adaptation de la terminaison	1 MHz -5 MHz: 23 dB 5 MHz -100 MHz: 35 – 1,5√f ^g	1MHz – 5 MHz: 22 dB 5 MHz – 100 MHz: 15 – 20 log $\left(\frac{f}{100}\right)$ 25 dB max ^h		dB

Table 8 – Level IIE field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines

Parameter	Baseline field tester	Field tester with level IIE permanent link adapter	Field tester with level IIE channel adapter	
Dynamic range	3 dB over test limit ^{a,b} PP NEXT and FEXT 60 dB PS NEXT and FEXT 57 dB			dB
Amplitude resolution	0,1			dB
Frequency range and resolution	Insertion loss: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz NEXT, ELFEXT and return loss: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz – 100 MHz: 250 kHz			MHz
Dynamic accuracy NEXT	± 0,75 ^c			dB
Dynamic accuracy ELFEXT	± 1,0 ^d			dB
Source/load return loss	1 MHz – 5 MHz: 15 dB 5 MHz – 100 MHz: 20 dB	15 dB		dB
Random noise floor	65 – 15 log(f/100), 80 dB max			dB
Residual NEXT	60 – 20 log(f/100) ^e	60 – 20 log(f/100) ^e	43 – 20log(f/100) ^e	dB
Residual FEXT	55 – 20 log(f/100) ^e	55 – 20 log(f/100) ^e	35,1 – 20log(f/100) ^e	dB
Output signal balance	37 - 20 log(f/100) ^f	34 - 20log(f/100) ^f		dB
Common mode rejection	37 - 20 log(f/100) ^f	34 - 20log(f/100) ^f		dB
Tracking	± 0,25 dB ^g	± 0,5 dB ^h		dB
Directivity	1 MHz - 10 MHz: 30 dB 10 MHz - 100 MHz: 30 - 2log(f/10) ^g	25 dB ^h		dB
Source match	20 dB ^g	18 – 20log ^(f / 100) 20 dB max ^h		dB
Return loss of termination	1 MHz - 5 MHz: 23 dB 5 MHz - 100 MHz: 35 – 1,5√f ^g	1 MHz – 5 MHz: 22 dB 5 MHz – 100 MHz: 15 – 20log ^(f / 100) 25 dB max ^h		dB

Tableau 8 (suite)

a	La gamme dynamique pour NEXT et FEXT paire à paire est de 60 dB minimum.
b	La gamme dynamique pour la NEXT de la somme des puissances et la FEXT de la somme des puissances est de 57 dB minimum.
c	Les exigences de précision dynamique doivent être soumises à l'essai jusqu'à la gamme dynamique spécifiée pour la paradiaphonie et la télédiaphonie.
d	La précision dynamique pour la télédiaphonie de niveau égal part d'une hypothèse d'exigence de précision dynamique de 0,75 dB pour la télédiaphonie, qui doit être soumise aux essais et que cette performance de précision dynamique pour la perte d'atténuation et la télédiaphonie s'ajoute à la précision dynamique de télédiaphonie de niveau égal indiquée. On part de l'hypothèse que la performance de précision dynamique pour l'ACR est égale à la précision dynamique pour la télédiaphonie de niveau égal.
e	La vérification de la paradiaphonie et de la télédiaphonie résiduelles se fait jusqu'à 75 dB maximum. On suppose que la réponse en fréquence change de 20 dB/dizaine.
f	La vérification de la performance de l'équilibre du signal de sortie et de la réjection en mode commun se fait jusqu'à 60 dB maximum. On suppose que la réponse en fréquence change de 20 dB/dizaine.
g	Entre 1 MHz et 5 MHz, la précision globale calculée doit être supérieure à 3,8 dB. Cette valeur peut être obtenue par n'importe quelle combinaison de suivi, de directivité, d'adaptation de source et de facteur d'adaptation de terminaison.
h	Entre 1 MHz et 5 MHz, la précision globale calculée doit être supérieure à 4,8 dB. Cette valeur peut être obtenue par n'importe quelle combinaison de suivi, de directivité, d'adaptation de source et de facteur d'adaptation de terminaison.

6.4 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau III

Les appareils de contrôle sur le terrain de niveau III destinés à soumettre aux essais les câblages jusqu'à la Classe E doivent être conformes à toutes les exigences individuelles pour chacune des fonctions de mesure au plan de référence de mesure pour la configuration d'essai. Les exigences de précision de ligne de base s'appliquent aux accès de mesure de l'appareil de contrôle sur le terrain; les exigences de précision de liaison s'appliquent aux plans de référence pour la liaison permanente ou la liaison CP et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de fiche de liaison; les exigences de précision de voie s'appliquent aux plans de référence pour la voie et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de voie. Une illustration des bandes d'incertitude applicables aux mesures de paradiaphonie est donnée à la Figure 12.

Table 8 (continued)

^a	The dynamic range for pair-to-pair NEXT and FEXT is 60 dB minimum.
^b	The dynamic range for power sum NEXT and power sum FEXT is 57 dB minimum.
^c	Dynamic accuracy requirements shall be tested up to the specified dynamic range for NEXT and FEXT.
^d	Dynamic accuracy ELFEXT assumes a dynamic accuracy requirement of 0,75 dB for FEXT, which shall be tested, and that the dynamic accuracy performance for insertion loss and FEXT add to the ELFEXT dynamic accuracy shown. It is assumed that the dynamic accuracy performance for ACR equals the dynamic accuracy for ELFEXT.
^e	The verification of residual NEXT and FEXT is up to 75 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes 20 dB/decade.
^f	Performance verification of output signal balance and common mode rejection is up to 60 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes at a rate of 20 dB/decade.
^g	Between 1 MHz and 5 MHz, the overall computed accuracy shall be better than 3,8 dB. This value may be achieved by any combination of tracking, directivity, source match and return loss of termination.
^h	Between 1 MHz and 5 MHz, the overall computed accuracy shall be better than 4,8 dB. This value may be achieved by any combination of tracking, directivity, source match and return loss of termination.

6.4 Accuracy performance requirements for level III field testers

Level III field test equipment intended to test up to class E cabling shall conform to all individual requirements for each of the measurement functions at the reference plane of measurement for the test configuration. The baseline accuracy requirements apply at the measurement ports of the field tester; the link accuracy requirements apply at the reference planes for the permanent link or CP link and includes the impact on accuracy of the link plug adapter; the channel accuracy requirements apply at the reference planes for the channel and includes the impact on the accuracy of the channel adapter. A depiction of uncertainty bands applicable to NEXT measurements is shown in Figure 12.

Tableau 9 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau III selon les directives CEI

Paramètre	Appareil de contrôle sur le terrain de ligne de base	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de liaison permanente de niveau III g,h	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de voie de niveau III	
Gamme dynamique	3 dB au-delà de la limite d'essai a,b PP NEXT et FEXT 65 dB PS NEXT et FEXT 62 dB			dB
Résolution d'amplitude	0,1			dB
Gamme de fréquence et résolution	Perte d'atténuation: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz NEXT, ELFEXT et facteur d'adaptation: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz – 100 MHz:250 kHz 100 MHz – 250 MHz:500 kHz			MHz
Précision dynamique NEXT	± 0,75 c			dB
Précision dynamique ELFEXT	± 1,0 d			dB
Facteur d'adaptation source/charge	20 – 12,5 log(f/100), 20 dB max.	18 – 12,5 log(f/100), 20 dB max.		dB
Seuil de bruit aléatoire	75 – 15 log(f/100), 85 dB max			dB
Paradiaphonie résiduelle	65 – 20 log(f/100)e	60 – 20 log(f/100)e	54 – 20 log(f/100)e	dB
Perte par télédiaphonie résiduelle	65 – 20 log(f/100)e	65 – 20 log(f/100)e	43,1 – 20 log(f/100)e	dB
Symétrie du signal de sortie	40-20 log(f/100) f	37-20log(f/100) f		dB
Réjection en mode commun	40-20 log(f/100) f	37-20log(f/100) f		dB
Suivi	± 0,5 dB			dB
Directivité	27-7log(f/100), 30 dB max.	25-20log(f/100), 25 dB max.		dB
Adaptation de la source	20 dB	20-20log(f/100), 20 dB max.		dB
Facteur d'adaptation de la terminaison	25-15log(f/100), 25 dB max.	16-15log(f/100), 25 dB max.		dB

Table 9 – Level III field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines

Parameter	Baseline field tester	Field tester with level III permanent link adapter g,h	Field tester with level III channel adapter	
Dynamic range	3 dB over test limit ^{a,b} PP NEXT and FEXT 65 dB PS NEXT and FEXT 62 dB			dB
Amplitude resolution	0,1			dB
Frequency range and resolution	Insertion loss: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz NEXT, ELFEXT and return loss: 1 MHz – 100 MHz; 1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz – 100 MHz:250 kHz 100 MHz – 250 MHz:500 kHz			MHz
Dynamic accuracy NEXT	± 0,75 ^c			dB
Dynamic accuracy ELFEXT	± 1,0 ^d			dB
Source/load return loss	20 – 12,5 log(f/100), 20 dB max.	18 – 12,5 log(f/100), 20 dB max.		dB
Random noise floor	75 – 15 log(f/100), 35 dB max.			dB
Residual NEXT	65 – 20 log(f/100) ^e	60 – 20 log(f/100) ^e	54 – 20 log(f/100) ^e	dB
Residual FEXT	65 – 20 log(f/100) ^e	65 – 20 log(f/100) ^e	43,1 – 20 log(f/100) ^e	dB
Output signal balance	40-20 log(f/100) ^f	37-20log(f/100) ^f		dB
Common mode rejection	40-20 log(f/100) ^f	37-20log(f/100) ^f		dB
Tracking	± 0,5 dB			dB
Directivity	27-7log(f/100), 30 dB max.	25-20log(f/100), 25 dB max.		dB
Source match	20 dB	20-20log(f/100), 20 dB max.		dB
Return loss of termination	25-15log(f/100), 25 dB max.	16-15log(f/100), 25 dB max.		dB

Tableau 9 (suite)

a	La gamme dynamique pour NEXT et FEXT paire à paire est de 65 dB minimum.
b	La gamme dynamique pour la NEXT de la somme des puissances et la FEXT de la somme des puissances est de 62 dB minimum.
c	Les exigences de précision dynamique doivent être soumises à l'essai jusqu'à la gamme dynamique spécifiée pour la paradiaphonie et la télédiaphonie.
d	La précision dynamique pour la télédiaphonie de niveau égal part de l'hypothèse d'une exigence de précision dynamique de $\pm 0,75$ dB pour la télédiaphonie, qui doit être soumise aux essais et que cette performance de précision dynamique pour la perte d'atténuation et la télédiaphonie s'ajoute à la précision dynamique de télédiaphonie de niveau égal indiquée. On part de l'hypothèse que la performance de précision dynamique pour l'ACR est égale à la précision dynamique pour la télédiaphonie de niveau égal.
e	La vérification de la paradiaphonie et de la télédiaphonie résiduelles se fait jusqu'à 85 dB maximum. On suppose que la réponse en fréquence change de 20 dB/dizaine.
f	La vérification de la performance de l'équilibre du signal de sortie et de la réjection en mode commun se fait jusqu'à 60 dB maximum. On suppose que la réponse en fréquence change de 20 dB/dizaine.
g	La paradiaphonie de l'adaptateur de fiche de liaison permanente doit se situer entre les gammes inférieure et supérieure des fiches d'essai comme cela est spécifié pour la catégorie 6 de la CEI 60603-7. La conformité à cette exigence peut être démontrée en réalisant un essai de comparaison comme en 6.8. Dans ce cas, une fiche de référence homologuée selon la CEI 60603-7 doit être utilisée pour obtenir la mesure de laboratoire de référence.
h	La télédiaphonie de l'adaptateur de fiche de liaison permanente doit se situer entre les gammes inférieure et supérieure des fiches d'essai comme cela est spécifié pour la catégorie 6 de la CEI 60603-7. La conformité à cette exigence peut être démontrée en réalisant un essai de comparaison comme en 6.8. Dans ce cas, une fiche de référence homologuée selon la CEI 60603-7 doit être utilisée pour obtenir la mesure de laboratoire de référence.

6.5 Exigences de performance de précision pour les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IV

Les appareils de contrôle sur le terrain de niveau IV destinés à soumettre aux essais les câblages jusqu'à la Classe F doivent être conformes à toutes les exigences individuelles pour chacune des fonctions de mesure au plan de référence de mesure pour la configuration d'essai. Les exigences de précision de ligne de base s'appliquent aux accès de mesure de l'appareil de contrôle sur le terrain; les exigences de précision de liaison s'appliquent aux plans de référence pour la liaison permanente ou la liaison CP et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de liaison; les exigences de précision de voie s'appliquent aux plans de référence pour la voie et incluent l'impact sur la précision de l'adaptateur de voie. Une illustration des bandes d'incertitude applicables aux mesures de paradiaphonie est donnée à la Figure 12.

Ces exigences s'appliquent aux appareils de contrôle sur le terrain de niveau IV destinés à soumettre aux essais le câblage de la Classe F qui utilise le matériel de connectique de la catégorie 7 conforme soit aux exigences de la CEI 60603-7 soit à celles de la CEI 61076-3-104. Dans le mode de mesure 8 broches modulaires, les exigences de performance de niveau III doivent s'appliquer.

Table 9 (continued)

- | | |
|---|--|
| a | The dynamic range for pair-to-pair NEXT and FEXT is 65 dB minimum. |
| b | The dynamic range for power sum NEXT and power sum FEXT is 62 dB minimum. |
| c | Dynamic accuracy requirements shall be tested up to the specified dynamic range for NEXT and FEXT. |
| d | Dynamic accuracy ELFEXT assumes a dynamic accuracy requirement of $\pm 0,75$ dB for FEXT, which shall be tested, and that the dynamic accuracy performance for insertion loss and FEXT add to the ELFEXT dynamic accuracy shown. It is assumed that the dynamic accuracy performance for ACR equals the dynamic accuracy for ELFEXT. |
| e | The verification of residual NEXT and FEXT is up to 85 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes 20 dB/decade. |
| f | Performance verification of output signal balance and common mode rejection is up to 60 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes at a rate of 20 dB/decade. |
| g | Permanent link plug adapter NEXT shall be between the lower and upper ranges of test plugs as specified for category 6 in IEC 60603-7. Compliance with this requirement can also be demonstrated by performing a comparison test as in 6.8. In this case, a reference plug qualified per IEC 60603-7 shall be used to obtain the reference laboratory measurement. |
| h | Permanent link plug adapter FEXT shall be between the lower and upper ranges of test plugs as specified for category 6 in IEC 60603-7. Compliance with this requirement can also be demonstrated by performing a comparison test as in 6.8. In this case, a reference plug qualified per IEC 60603-7 shall be used to obtain the reference laboratory measurement. |

6.5 Accuracy performance requirements for level IV field testers

Level IV field test equipment intended to test up to class F cabling shall conform to all individual requirements for each of the measurement functions at the reference plane of measurement for the test configuration. The baseline accuracy requirements apply at the measurement ports of the field tester; the link accuracy requirements apply at the reference planes for the permanent link or CP link and includes the impact on accuracy of the link adapter; the channel accuracy requirements apply at the reference planes for the channel and includes the impact on the accuracy of the channel adapter. A depiction of uncertainty bands applicable to NEXT measurements is shown in Figure 12.

These requirements apply to level IV field test equipment intended to test class F cabling utilizing category 7 connecting hardware either meeting the requirements of IEC 60603-7 or IEC 61076-3-104. In the modular 8-pin measurement mode, the level III performance requirements shall apply.

Tableau 10 – Paramètres de performance de précision d'appareil de contrôle sur le terrain de niveau IV selon les directives CEI

Paramètre	Appareil de contrôle sur le terrain de ligne de base	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de liaison permanente de Classe F	Appareil de contrôle sur le terrain avec adaptateur de voie de Classe F	
Gamme dynamique	3 dB au-delà de la limite d'essai PP NEXT et FEXT 65 dB PS NEXT et FEXT 62 dB			dB
Résolution d'amplitude	0,1			dB
Gamme de fréquences et résolution	1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz – 100 MHz: 250 kHz 100 MHz – 250 MHz: 500 kHz 250 MHz – 600 MHz: 1 MHz			MHz
Précision dynamique NEXT	$\pm 0,75^a$			dB
Précision dynamique ELFEXT	$\pm 1,0^b$			dB
Facteur d'adaptation source/charge	1 MHz – 300 MHz: 20-12,5 log(f/100), 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 14dB	1 MHz – 300 MHz: 18-12,5 log(f/100), 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 12dB	1 MHz – 300 MHz: 18-12,5 log(f/100), 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 12dB	dB
Seuil de bruit aléatoire	100 -15 log(f/100) 90 dB max	95 -15 log(f/100) 85 dB max		dB
Paradiaphonie résiduelle	$90 - 20 \log(f/100)^d$	$85 - 20 \log(f/100)^c$	$72,4 - 15 \log(f/100)^c$	dB
Perte par télédiaphonie résiduelle	$80 - 20 \log(f/100)^d$	$75 - 20 \log(f/100)^d$	$60 - 15 \log(f/100)^d$	dB
Symétrie du signal de sortie	$40 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	dB
Réjection en mode commun	$40 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	dB
Suivi	$\pm 0,5^e$			dB
Directivité	1 MHz à 300 MHz $27 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 23,7 dB	1 MHz à 300 MHz $25 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 21,7dB	1 MHz à 300 MHz $25 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 21,7 dB	dB
Adaptation de la source	20 dB ^f	20 dB ^f	20 dB ^f	dB
Facteur d'adaptation de la terminaison	1MHz - 250 MHz: $20 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz - 600 MHz: 14 dB	1 MHz - 250 MHz: $18 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz - 600 MHz: 12 dB	1 MHz - 250 MHz: $18 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz - 600 MHz: 12 dB	dB

Table 10 – Level IV field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines

Parameter	Baseline field tester	Field tester with class F permanent link adapter	Field tester with class F channel adapter	
Dynamic range	3 dB over test limit PP NEXT and FEXT loss 65 dB PS NEXT and FEXT loss 62 dB			dB
Amplitude resolution	0,1			dB
Frequency range and resolution	1 MHz – 31,25 MHz: 150 kHz 31,25 MHz – 100 MHz: 250 kHz 100 MHz – 250 MHz: 500 kHz 250 MHz – 600 MHz: 1 MHz			MHz
Dynamic accuracy NEXT	$\pm 0,75^a$			dB
Dynamic Accuracy ELFEXT	$\pm 1,0^b$			dB
Source/load return loss	1 MHz – 300 MHz: $20 - 12,5 \log(f/100)$, 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 14dB	1 MHz – 300 MHz: $18 - 12,5 \log(f/100)$, 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 12dB	1 MHz – 300 MHz: $18 - 12,5 \log(f/100)$, 20 dB max 300 MHz – 600 MHz: 12dB	dB
Random noise floor	$100 - 15 \log(f/100)$ 90 dB max	$95 - 15 \log(f/100)$ 85 dB max		dB
Residual NEXT	$90 - 20 \log(f/100)^c$	$85 - 20 \log(f/100)^c$	$72,4 - 15 \log(f/100)^c$	dB
Residual FEXT	$80 - 20 \log(f/100)^d$	$75 - 20 \log(f/100)^d$	$60 - 15 \log(f/100)^d$	dB
Output signal balance	$40 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	dB
Common mode rejection	$40 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	$37 - 20 \log(f/100)^e$	dB
Tracking	$\pm 0,5^e$			dB
Directivity	1 MHz to 300 MHz $27 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 23,7 dB	1 MHz to 300 MHz $25 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 21,7dB	1 MHz to 300 MHz $25 - 7 \log(f/100)$, 30 dB max ^f 300 MHz – 600 MHz: 21,7 dB	dB
Source match	20 dB ^f	20 dB ^f	20 dB ^f	dB
Return loss of termination	1 MHz - 250 MHz: $20 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz- 600 MHz: 14 dB	1 MHz - 250 MHz: $18 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz - 600 MHz: 12 dB	1 MHz - 250 MHz: $18 - 15 \log(f/100)$, 25 dB max ^f 250 MHz - 600 MHz: 12 dB	dB

Tableau 10 (suite)

a	La vérification de la précision dynamique est exigée jusqu'à la gamme spécifiée pour la paradiaphonie et la télédiaphonie.
b	La précision dynamique est fondée sur la performance de précision dynamique pour la perte d'atténuation (affaiblissement) et la paradiaphonie et on part de l'hypothèse que la précision dynamique pour la télédiaphonie de niveau égal est combinée comme spécifié. Le précision dynamique de la télédiaphonie est soumise à l'essai à $\pm 0,75$ dB. La valeur de télédiaphonie la plus élevée à mesurer est de 70 dB.
c	La vérification de la performance de la paradiaphonie résiduelle se fait jusqu'à 85 dB maximum. On part de l'hypothèse que la réponse en fréquence change comme cela est spécifié pour le matériel de connectique de la catégorie 7. L'impact des effets de télédiaphonie réfléchi de l'adaptateur sur la paradiaphonie résiduelle doit s'intégrer dans cette exigence de paradiaphonie résiduelle.
d	La vérification de la performance de la télédiaphonie résiduelle se fait jusqu'à 85 dB maximum. On part de l'hypothèse que la réponse en fréquence change comme cela est spécifié pour le matériel de connectique de la catégorie 7.
e	La vérification de la performance de l'équilibre du signal de sortie et de la réjection en mode commun se fait jusqu'à 50 dB maximum. On suppose que la réponse en fréquence change de 20 dB/dizaine.
f	Les exigences de performance pour le suivi, la directivité, l'adaptation de source et le facteur d'adaptation de terminaison sont applicables lorsque la perte d'atténuation dépasse 3 dB. On suppose que la performance des adaptateurs de liaison permanente et de voie est vérifiée après étalonnage avec l'appareil de ligne de base.

6.6 Procédures pour déterminer les paramètres des appareils de contrôle sur le terrain

6.6.1 Généralités

Un appareil de contrôle sur le terrain est conçu avec deux unités qui sont fixées aux extrémités opposées du câblage en essai. A l'intérieur de ces unités se trouvent des accès source et charge qui sont utilisés pour les mesures. Les mesures suivantes doivent être utilisées pour déterminer la conformité aux exigences spécifiées et elles doivent s'appliquer à toute la gamme de fréquences spécifiée dans les tableaux.

Les paramètres des appareils de contrôle sur le terrain doivent être vérifiables par des parties indépendantes. L'appareil de contrôle sur le terrain doit inclure une fonction permettant une vérification indépendante. Les fabricants des appareils de contrôle sur le terrain doivent mettre ces appareils à la disposition des parties indépendantes pour faire les mesures. Des instruments de mesure de laboratoire très perfectionnés peuvent être nécessaires pour effectuer ces essais.

6.6.2 Symétrie du signal de sortie (Output Signal Balance – (OSB))

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de la perte par télédiaphonie paire à paire et de la perte par télédiaphonie de la somme des puissances.

L'appareil de contrôle sur le terrain doit être connecté à la masse pour mesurer d'aussi près que possible l'accès à mesurer. Ceci doit assurer une trajectoire à faible impédance à la masse de l'instrument de contrôle sur toute la gamme de fréquences spécifiée. L'essai de conformité de la symétrie du signal de sortie doit être effectué avec et sans inversion de polarité. Si l'une des polarités donne un résultat accepté et l'autre polarité un résultat refusé, la valeur moyenne doit être utilisée pour déterminer la conformité aux exigences.

Table 10 (continued)

a	Verification of dynamic accuracy is required up to the specified range for NEXT and FEXT.
b	The dynamic accuracy is based on dynamic accuracy performance for insertion loss (attenuation) and NEXT, and is assumed to combine the dynamic accuracy for ELFEXT as specified. The FEXT dynamic accuracy is tested to $\pm 0,75$ dB. The highest FEXT value to be measured is 70 dB.
c	Performance verification of residual NEXT is up to 85 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes at a rate that is specified for category 7 connecting hardware. The impact of reflected FEXT effects of the adapter to residual NEXT are to be accommodated within this residual NEXT requirement.
d	Performance verification of residual FEXT is up to 85 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes at a rate that is specified for category 7 connecting hardware.
e	Performance verification of Output Signal Balance and Common Mode Rejection is up to 50 dB maximum. It is assumed that the frequency response changes at a rate of 20 dB/decade.
f	The performance requirements for tracking, directivity, source match, and return loss of termination are applicable when the insertion loss exceeds 3 dB. It assumed that the performance of permanent link and channel adapters is verified after calibration with the baseline instrument.

6.6 Procedures for determining field tester parameters

6.6.1 General

Field test equipment is designed with two units that are attached to opposite ends of the cabling to be tested. Internal to these units are source and load ports that are used for measurements. The following measurements shall be used to determine compliance with the specified requirements, and shall apply to the entire frequency range specified in these tables.

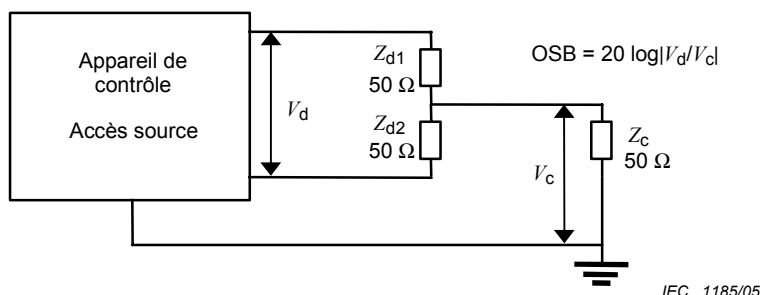
The field test equipment parameters shall be verifiable by independent parties. The field test equipment shall include functionality to make independent verification possible. The field tester manufacturers shall make them available to independent parties for measurement purposes. Elaborate laboratory instrumentation may be required to perform these tests.

6.6.2 Output signal balance (OSB)

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum NEXT measurements;
- pair-to-pair and power sum FEXT measurements.

The field test instrument shall be connected to ground for the measurement as near as possible to the port to be measured. This shall provide a low impedance path to instrument ground of the field test instrument over the specified frequency range. The OSB compliance test shall be conducted without and with a polarity reversal. If there is a pass condition with one polarity and a failure with the other polarity, the average value shall be used to determine compliance with the requirements.



Légende

Appareil de contrôle	appareil de contrôle sur le terrain
Accès source	accès de sortie connecté au câblage
OSB	symétrie du signal de sortie
V_d	tension de sortie en mode différentiel
V_c	tension de sortie en mode commun
Z_{d1}, Z_{d2}	termination différentielle (1/2 de l'impédance nominale chacune) $Z_{d1} = Z_{d2} = 50 \Omega \pm 1 \%$; Z_{d1} et Z_{d2} sont adaptées à $\pm 0,1 \%$
Z_c	termination vers la borne commune; $Z_c = 50 \Omega \pm 1 \%$ l'impédance totale en mode commun est égale à $\frac{1}{4} (Z_{d1} + Z_{d2}) + Z_c$

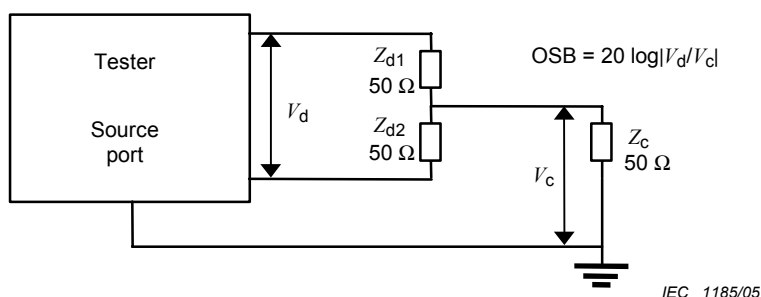
Figure 13 – Schéma fonctionnel de mesure de la symétrie du signal de sortie

6.6.3 Réjection en mode commun (Common Mode Rejection – CMR)

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de la perte par télédiaphonie paire à paire et de la perte par télédiaphonie de la somme des puissances.

La réjection en mode commun se définit comme le rapport de la tension différentielle mesurée à une tension de mode commun appliquée à l'accès de charge. (V_c/V_m est utilisé pour rendre la valeur positive par convention.) L'appareil de contrôle sur le terrain doit être connecté à la masse pour mesurer d'aussi près que possible l'accès à mesurer. Cette connexion doit assurer une trajectoire à faible impédance à la masse du signal de l'appareil de contrôle sur le terrain sur toute la gamme de fréquences spécifiée. L'essai de conformité de réjection en mode commun doit être effectué avec et sans inversion de polarité. Si l'une des polarités donne un résultat accepté et l'autre polarité un résultat refusé, la valeur moyenne doit être utilisée pour déterminer la conformité aux exigences.

**Key**

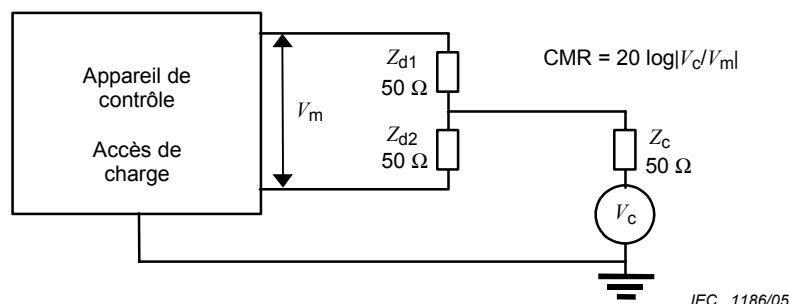
Tester	field tester
Source port	output port connected to the cabling
OSB	output signal balance
V_d	differential mode output voltage
V_c	common mode output voltage
Z_{d1}, Z_{d2}	differential termination (1/2 of nominal impedance each)
$Z_{d1} = Z_{d2} = 50 \Omega \pm 1\%$; Z_{d1} and Z_{d2} are matched to $\pm 0,1\%$.	
Z_c	termination to common terminal; $Z_c = 50 \Omega \pm 1\%$
The total common mode impedance equals $\frac{1}{4} (Z_{d1} + Z_{d2}) + Z_c$	

Figure 13 – Block diagram for measuring output signal balance**6.6.3 Common mode rejection (CMR)**

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum NEXT measurements;
- pair-to-pair and power sum FEXT measurements.

Common mode rejection is defined as the ratio of the measured differential voltage to a common mode voltage applied to the load port. (V_c/V_m is used to make the value positive per convention.) The field test equipment shall be connected to ground for the measurement as near as possible to the port to be measured. This connection shall provide a low impedance path to the signal ground of the field tester over the specified frequency range. The CMR compliance test shall be conducted without and with a polarity reversal. If there is a pass condition with one polarity and a failure with the other polarity, the average value shall be used to determine compliance with the requirements.



Légende

Appareil de contrôle	appareil de contrôle sur le terrain
Accès de charge	accès de mesure connecté au câblage
CMR	réjection en mode commun
V_m	signal en mode différentiel mesuré par l'appareil de contrôle sur le terrain
V_c	tension en mode commun appliquée aux connexions de l'accès de mesure de l'appareil de contrôle sur le terrain
Z_{d1}, Z_{d2}	terminaison différentielle (1/2 de l'impédance nominale chacune)
$Z_{d1} = Z_{d2} = 50 \Omega \pm 1 \%$	Z_{d1} et Z_{d2} sont adaptées à $\pm 0,1 \%$
Z_c	impédance source en mode commun; $Z_c = 50 \Omega \pm 1 \%$

Figure 14 – Schéma fonctionnel pour mesurer la réjection en mode commun

6.6.4 Paradiaphonie résiduelle

Cette exigence de performance s'applique aux:

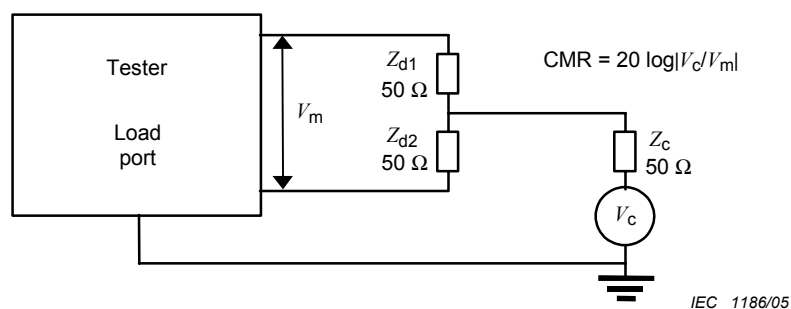
- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances.

La perte par paradiaphonie résiduelle est la tension mesurée, V_m , à l'accès charge due à la tension à l'accès source, V_o , avec l'appareil de contrôle sur le terrain mesurant la perte par paradiaphonie, $Z_d = 100 \Omega$, avec le facteur d'adaptation < 20 dB sur la gamme de fréquences spécifiée. La tension mesurée est la tension déterminée par l'appareil de contrôle sur le terrain. Une procédure de mesure de la tension effectuée avec, au détecteur de sortie, un voltmètre externe, est acceptable si l'équivalence peut être démontrée.

$$\text{Paradiaphonie résiduelle} = -20 \log(V_m/V_o) \quad (23)$$

La terminaison aux appareils de contrôle sur le terrain doit être appliquée à l'endroit même où une connexion traversante mesurera la référence 0 dB (à l'exclusion de l'atténuation supplémentaire des conducteurs d'essais). Dans certains appareils de contrôle sur le terrain, ce sera à l'extrémité des conducteurs d'essai.

A la Figure 15, V_o est appliqué à chaque résistance Z_d , une à la fois, tandis que V_m est la tension mesurée sur une autre tension Z_d quand l'appareil mesure la perte par paradiaphonie. Une tolérance appropriée doit être réalisée pour le couplage de télédiaphonie dans l'adaptateur, qui en combinaison avec les réflexions de la configuration d'essai participera à la paradiaphonie résiduelle. Celle-ci est estimée importante pour un adaptateur de voie d'essai.

**Key**

Tester	field tester
Load port	measurement port connected to the cabling
CMR	common mode rejection
V_m	differential mode signal measured by the field tester
V_c	common mode voltage applied to the field tester measurement port connections
Z_{d1}, Z_{d2}	differential termination (1/2 of nominal impedance each)
$Z_{d1} = Z_{d2} = 50 \Omega \pm 1 \%$	Z_{d1} and Z_{d2} are matched to $\pm 0,1 \%$
Z_c	common mode source impedance; $Z_c = 50 \Omega \pm 1 \%$

Figure 14 – Block diagram to measure common mode rejection**6.6.4 Residual NEXT**

This performance requirement is applicable to

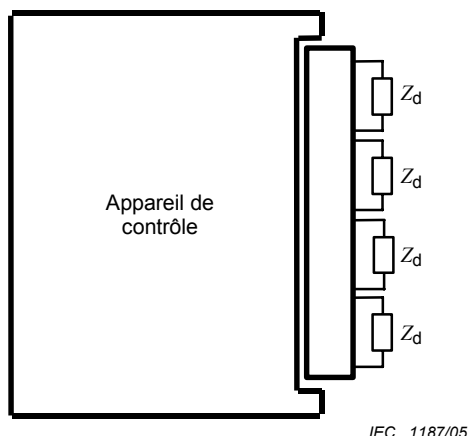
- pair-to-pair and power sum NEXT measurements.

Residual NEXT is the measured voltage, V_m , at the load port due to the source port voltage, V_o , with the field test instrument measuring NEXT, $Z_d = 100 \Omega$, with return loss < 20 dB over the specified frequency range. Measured voltage is the voltage determined by the field test equipment. A procedure measuring voltage with an external voltmeter at the output detector is acceptable if equivalency can be demonstrated.

$$\text{Residual NEXT} = -20 \log(V_m/V_c) \quad (23)$$

The termination to the field test equipment shall be applied at the same location that a through connection will measure 0 dB reference (excluding additional insertion loss of test leads). In some field test equipment this will be at the end of the test leads.

In Figure 15, V_o is applied to each resistor Z_d , one at a time, while V_m is the measured voltage across another Z_d when the test equipment is measuring NEXT. An appropriate allowance shall be made for FEXT coupling in the adapter, which in combination with reflections of the test configuration will contribute to residual NEXT. This is expected to be significant for a channel test adapter.



Légende

- Appareil de contrôle appareil de contrôle sur le terrain
- V_d charge de terminaison égale à l'impédance nominale (100 Ω)

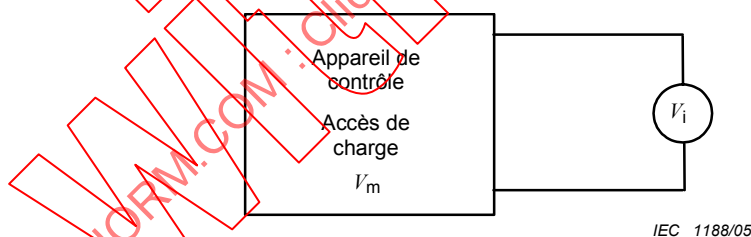
Figure 15 – Schéma fonctionnel pour la mesure de la paradiaphonie résiduelle

6.6.5 Précision dynamique

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de la perte par télédiaphonie paire à paire et de la perte par télédiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de la perte d'atténuation.

La précision dynamique est la précision de la valeur mesurée par rapport à une entrée de tension extérieure. L'entrée de tension doit fournir une entrée symétrique à source minimale de 40 dB avec un affaiblissement de réflexion minimal de 20 dB.

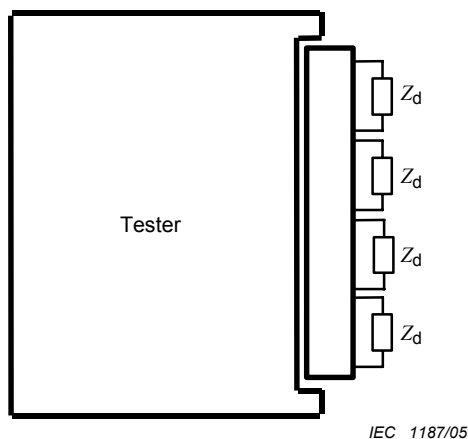


Légende

- Appareil de contrôle appareil de contrôle sur le terrain
- Accès de charge accès de mesure connecté au câblage
- V_m signal en mode différentiel mesuré par l'appareil de contrôle sur le terrain
- V_i tension d'entrée appliquée aux appareils de contrôle sur le terrain

Figure 16 – Schéma fonctionnel de mesure de la précision dynamique

V_i pourrait être fournie par l'appareil de contrôle sur le terrain et injectée dans le récepteur par un atténuateur résistif quand la diaphonie résiduelle est de 30 dB inférieure au niveau du signal injecté.

**Key**

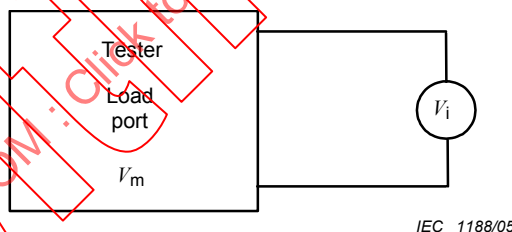
Tester field tester

 V_d termination load equal to the nominal impedance (100 Ω)**Figure 15 – Block diagram for measuring residual NEXT****6.6.5 Dynamic accuracy**

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum NEXT measurements;
- pair-to-pair and power sum FEXT measurements;
- insertion loss measurements.

Dynamic accuracy is the accuracy of the measured value to an external voltage input. The voltage input shall provide a minimum source balanced input of 40 dB with a minimum return loss of 20 dB.

**Key**

Tester field tester

Load port measurement port connected to the cabling

 V_m differential mode signal measured by the field tester V_i input voltage applied to the field tester**Figure 16 – Block diagram for measuring dynamic accuracy**

V_i could be sourced by the field instrument under test and injected into the receiver through a resistive attenuator when the residual crosstalk is 30 dB below the injected signal level.

6.6.6 Facteur d'adaptation source/charge

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de perte de télédiaphonie de niveau égal, paire à paire et de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances;
- mesures de la perte d'atténuation.

Les fonctions de mesure du facteur d'adaptation source et charge de la perte d'atténuation, de la perte par paradiaphonie et de la perte par télédiaphonie de niveau égal doivent être mesurées avec un analyseur de réseaux étalonné à une résistance de $100\ \Omega$ avec un facteur d'adaptation supérieur à 40 dB sur toute la gamme de fréquences concernée. L'étalonnage doit comprendre un transformateur/symétriseur à adaptation d'impédance avec une perte de conversion longitudinale supérieure à 40 dB.

$$\text{Facteur d'adaptation} = -20 \log(V_{\text{reflected}}/V_{\text{incident}}) \quad (24)$$

6.6.7 Seuil de bruit aléatoire

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par paradiaphonie paire à paire et de la perte par paradiaphonie de la somme des puissances;
- mesures de perte de télédiaphonie de niveau égal, paire à paire et de perte par télédiaphonie de niveau égal de la somme des puissances.

Le seuil de bruit aléatoire est le rapport de la tension V_m mesurée quand la tension de l'accès source est de zéro, à la tension de l'accès source V_o dans des conditions de mesure normales.

$$\text{Facteur d'adaptation} = -20 \log(V_m/V_o) \quad (25)$$

Une procédure de mesure de la tension effectuée avec un voltmètre externe à la sortie du détecteur est acceptable si elle fait la preuve de son équivalence.

6.6.8 Perte par télédiaphonie résiduelle

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures de la perte par télédiaphonie paire à paire et de la perte par télédiaphonie de la somme des puissances.

La perte par télédiaphonie du connecteur de l'instrument local peut être déterminée en mesurant la perte par télédiaphonie à l'aide d'un récepteur externe et la perte par télédiaphonie du connecteur de l'instrument à distance peut être déterminée à l'aide d'un générateur de signaux externe (voir Figure 17). Les réponses peuvent être normalisées en connectant le récepteur à la paire de stimuli et le générateur de signaux à la paire de mesures de l'instrument local et de l'instrument à distance respectivement.

6.6.6 Source/load return loss

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum NEXT measurements;
- pair-to-pair and power sum ELFEXT measurements;
- insertion loss measurements.

The source and load return loss of the insertion loss, NEXT and ELFEXT measurement functions shall be measured with a network analyser calibrated to a 100 Ω resistor with return loss of better than 40 dB over the frequency range of interest. The calibration shall include an impedance matching transformer/balun with better than 40 dB longitudinal conversion loss.

$$\text{Return loss} = -20 \log(V_{\text{reflected}}/V_{\text{incident}}) \quad (24)$$

6.6.7 Random noise floor

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum NEXT measurements;
- pair-to-pair and power sum ELFEXT measurements

The random noise floor is the ratio of the measured voltage V_m when the source port voltage is zero, to the source port voltage V_o under normal measurement conditions.

$$\text{Return loss} = -20 \log(V_m/V_o) \quad (25)$$

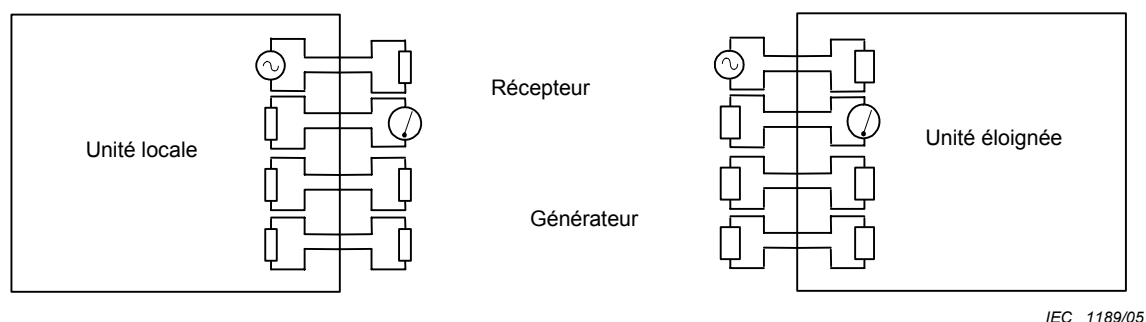
A procedure measuring voltage with an external voltmeter at the output of the detector is acceptable if it demonstrates equivalency.

6.6.8 Residual FEXT

This performance requirement is applicable to

- pair-to-pair and power sum FEXT measurements.

The FEXT of the local instrument connector can be determined by measuring the FEXT using an external receiver and the FEXT of the remote instrument connector can be determined using an external signal generator (see Figure 17). The responses can be normalised by connecting the receiver to the stimulus pair and the signal generator to the measurement pair of the local instrument and remote instrument respectively.



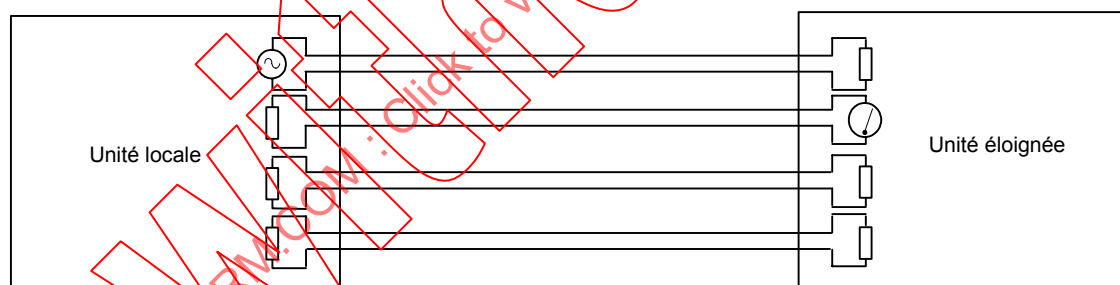
IEC 1189/05

Légende

Unité locale	unité locale de l'appareil de contrôle sur le terrain
Unité éloignée	unité éloignée de l'appareil de contrôle sur le terrain
Récepteur	récepteur extérieur mesurant le signal provenant de l'unité locale
Générateur	générateur extérieur appliquant les signaux à l'unité éloignée

Figure 17 – Principe de mesure de la paradiaphonie résiduelle

Alternativement, la perte par télédiaphonie résiduelle peut être mesurée en interconnectant les unités locale et à distance de l'appareil de contrôle sur le terrain en utilisant des paires de fils individuelles dans des câbles multiples. Dans la première configuration de mesure, les fils sont aussi courts que possible et de longueur égale. Dans la deuxième configuration de mesure, la différence de longueur entre les paires de fils est sélectionnée de sorte qu'il en résulte un retard de phase d'environ 180° à 100 MHz. Cela peut aussi se faire par une inversion pointe/nuque dans l'une des paires de fils. La perte par télédiaphonie résiduelle la plus défavorable doit être utilisée et une moitié de cette valeur doit être attribuée à la connexion à chaque extrémité.



IEC 1190/05

Légende

Unité locale	unité locale de l'appareil de contrôle sur le terrain
Unité éloignée	unité éloignée de l'appareil de contrôle sur le terrain

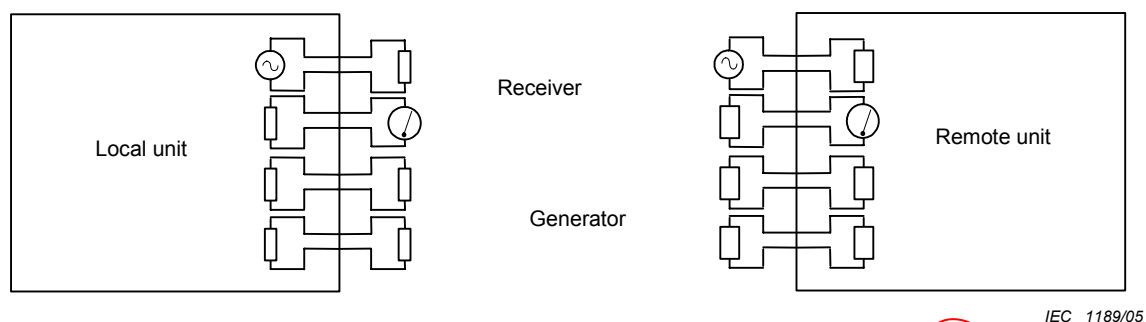
Figure 18 – Principe de mesure alternative de la perte par télédiaphonie résiduelle

6.6.9 Directivité

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures du facteur d'adaptation.

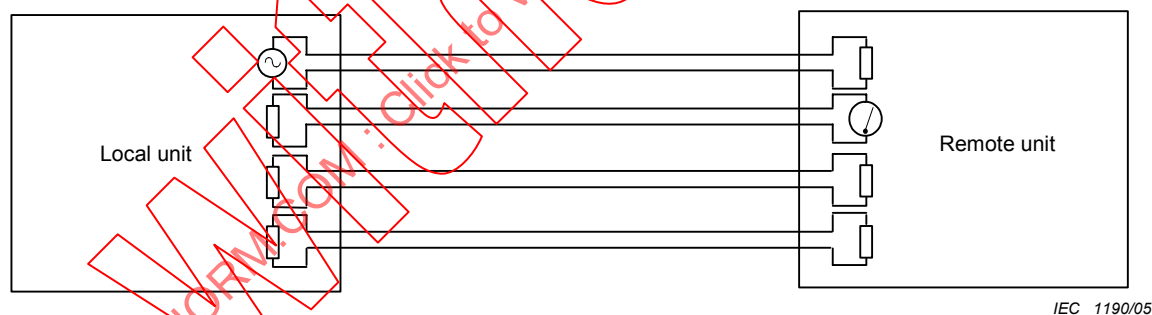
La directivité est le signal qui s'accouple dans la voie de mesure et s'ajoute au signal réfléchi qui est mesuré. Elle est quantifiée en effectuant une mesure du facteur d'adaptation quand chaque paire de fils de l'interface d'essai est terminée par des résistances « chips » radio fréquence de 100Ω qui ont un facteur d'adaptation supérieur à 40 dB à partir de 1 MHz jusqu'à la limite supérieure de fréquence de la classe.

**Key**

Local unit	local field tester unit
Remote unit	remote field tester unit
Receiver	external receiver measuring signal from local unit
Generator	external generator applying signal to remote unit

Figure 17 – Principle of measurement of residual NEXT

Alternatively, the residual FEXT may be measured by interconnecting the local and remote field tester units using individual wire pairs in multiple cables. In the first measurement configuration, the wires are as short as possible and of equal length. In the second measurement configuration, the length difference between wire pairs is selected so that a phase delay of approximately 180° at 100 MHz results. This may also be accomplished by a tip/ring reversal in one of the wire pairs. The worst case residual FEXT of both measurement configurations shall be used, and one half of this amount shall be assigned to the connection at each end.

**Key**

Local unit	local field tester unit
Remote unit	remote field tester unit

Figure 18 – Principle of alternate measurement of residual FEXT**6.6.9 Directivity**

This performance requirement is applicable to

- return loss measurements.

Directivity is the signal that couples into the measurement channel and adds to the reflected signal that is measured. It is measured by performing a return loss measurement when terminating each wire-pair of the test interface with $100\ \Omega$ r.f. chip resistors that have a return loss better than 40 dB from 1 MHz to the upper frequency limit of the class.

6.6.10 Suivi

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures du facteur d'adaptation.

Le suivi est la réponse du transducteur utilisé pour déterminer le signal réfléchi. Il est déterminé à partir de deux mesures:

- mesure du facteur d'adaptation avec toutes les paires de fils court-circuitées (le coefficient de réflexion réel est -1) en fonction de la fréquence;
- mesure du facteur d'adaptation avec toutes les paires de fils en circuit ouvert en fonction de la fréquence (le coefficient de réflexion réel est de $+1$).

La valeur moyenne des deux mesures est l'erreur de suivi en décibels (dB). Si les résultats mesurés sont exprimés en valeurs positives de décibels, l'erreur de suivi est donnée par l'équation suivante:

$$Tracking_{dB} = -20 \log \left(\frac{10^{\frac{-RL_{short,dB}}{20}} + 10^{\frac{-RL_{open,dB}}{20}}}{2} \right) \quad (26)$$

6.6.11 Adaptation de la source

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures du facteur d'adaptation.

L'adaptation de la source est une mesure du signal réfléchi qui n'est pas absorbé par le circuit de mesure de l'affaiblissement de réflexion. Elle est déterminée à partir des mesures de directivité, de facteur d'adaptation avec paires de fils court-circuitées et de facteur d'adaptation avec paires de fils ouvertes. Avec les résultats de toutes les mesures exprimés en valeurs positives de décibels, l'erreur de l'adaptation de la source est donnée par l'équation suivante:

$$Source_Match_{dB} = -20 \log \left(\frac{10^{\frac{-RL_{short,dB}}{20}} + 10^{\frac{-RL_{open,dB}}{20}}}{2} + 10^{\frac{-Directivity_{dB}}{20}} \right) \quad (27)$$

Si des informations sur les phases sont disponibles, cette équation peut être modifiée pour y inclure les effets de phase correspondants.

6.6.12 Facteur d'adaptation de la terminaison éloignée

Cette exigence de performance s'applique aux:

- mesures du facteur d'adaptation.

Les exigences pour le facteur d'adaptation de la terminaison éloignée dépassent celles pour les fonctions de mesure du facteur d'adaptation source/charge de la perte d'atténuation, de la perte par paradiaphonie et de la perte par télédiaphonie. Afin d'effectuer cette mesure, on doit utiliser un analyseur de réseaux avec unité d'essai du paramètre S, capable de fournir un étalonnage à un accès, comme décrit pour la mesure du facteur d'adaptation source/charge des fonctions de perte d'atténuation, de perte par paradiaphonie et de perte par télédiaphonie. Le facteur d'adaptation de la terminaison de chaque paire de fils doit être déterminé séparément.

6.6.10 Tracking

This performance requirement is applicable to

- return loss measurements.

Tracking is the response of the transducer used to determine the reflected signal. It is determined from two measurements:

- measurement of return loss with all wire-pairs short-circuited (the actual reflection coefficient is -1) as a function of frequency;
- measurement of return loss with all wire-pairs open-circuit as a function of frequency (the actual reflection coefficient is $+1$).

The average value of the two measurements is the tracking error in decibels (dB). If the measured results are expressed in positive decibel values, the tracking error is given by the following equation:

$$Tracking_{dB} = -20 \log \left(\frac{10^{\frac{-RL_{short,dB}}{20}} + 10^{\frac{-RL_{open,dB}}{20}}}{2} \right) \quad (26)$$

6.6.11 Source match

This performance requirement is applicable to

- return loss measurements.

Source match is a measurement of the reflected signal that is not absorbed by the return loss measurement circuitry. It is determined from the measurements of directivity, return loss with shorted wire-pairs and return loss with open wire-pairs. With results of all measurements expressed in positive decibel values, the source match error is given by the following equation:

$$Source_Match_{dB} = -20 \log \left(\frac{10^{\frac{-RL_{short,dB}}{20}} + 10^{\frac{-RL_{open,dB}}{20}}}{2} + 10^{\frac{-Directivity_{dB}}{20}} \right) \quad (27)$$

In case phase information is available, this equation may be changed to include relevant phase effects.

6.6.12 Return loss of remote termination

This performance requirement is applicable to

- return loss measurements.

The requirements for return loss of the remote termination exceed those for the source/load return loss of the insertion loss, NEXT and FEXT measurement functions. In order to perform this measurement, a network analyser with S-parameter test set, capable of providing one-port calibration, shall be used as described for the source/load return loss measurement of the insertion loss, NEXT and FEXT functions. The return loss of the termination of each wire pair shall be separately determined.

6.6.13 Terme d'erreur constante de la fonction de mesure du temps de propagation

Les paramètres qui affectent la précision du temps de propagation comprennent un terme d'erreur constante E_c et un terme E_d qui est proportionnel à la longueur de la liaison.

Le terme d'erreur constante de la fonction de mesure du temps de propagation est déterminé en connectant l'unité principale à l'unité éloignée par un câble d'essai court et en mesurant le temps de propagation qui est consigné. Le temps de propagation consigné doit être inférieur au terme d'erreur constante du temps de propagation.

6.6.14 Constante d'erreur proportionnelle au temps de propagation de la fonction de mesure du temps de propagation

Le temps de propagation d'un câblage d'une longueur totale d'environ 100 m doit être mesuré à l'aide de la procédure de mesure de référence. Le temps de propagation à 10 MHz est la valeur de référence.

Le même câblage doit être connecté à l'appareil de contrôle sur le terrain et le temps de propagation mesuré. La valeur consignée par l'appareil de contrôle sur le terrain moins la valeur consignée mesurée quand une connexion très courte était faite au même appareil de contrôle sur le terrain doit moins s'écarter de la constante d'erreur qui est proportionnelle au temps de propagation de la fonction de mesure du temps de propagation.

6.6.15 Terme d'erreur constante de la fonction de mesure de la différence des temps de propagation

Pour vérifier la précision de la mesure de la différence des temps de propagation, on doit utiliser une liaison de $100 \text{ m} \pm 5 \text{ m}$ avec cordons spéciaux décrite dans la procédure de mesure de référence pour le temps de propagation. La longueur de la paire de fils avec le temps de propagation le plus élevé doit être prolongée de sorte que la différence des temps de propagation de ces paires de fils soit d'environ 50 ns lorsqu'il est mesuré à l'aide de la fonction de mesure du retard de phase de l'analyseur de réseaux et déterminé à une fréquence de 10 MHz.

Quand la liaison est mesurée avec l'appareil de contrôle sur le terrain, la différence des temps de propagation consignés des deux paires de fils doit se situer dans les limites de 10 ns de la valeur à une fréquence de 10 MHz mesurée à l'aide de la procédure de référence.

6.6.16 Terme d'erreur constante de la fonction de mesure de la longueur

Le terme d'erreur constante de la fonction de mesure de la longueur est déterminé en connectant l'unité principale à l'unité éloignée par un câble d'essai court et en observant la longueur qui est consignée. La longueur consignée doit être inférieure au terme d'erreur constante de la fonction de mesure de la longueur.

6.6.17 Constante d'erreur proportionnelle à la longueur de la fonction de mesure de la longueur

Une longueur de câblage d'une longueur totale d'environ 100 m doit être mesurée avec un ruban mesureur et l'étalonnage de la vitesse nominale de propagation doit être effectué. Puis, un câble d'une longueur connue d'environ 50 m doit être soumis à un étalonnage de la vitesse nominale de propagation.

Les longueurs consignées doivent s'écarter des valeurs réelles de moins de la moitié de la valeur de la constante d'erreur proportionnelle à la longueur.