

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC

TS 61873

Première édition  
First edition  
2001-02

---

---

**Etat de l'art pour câbles à paires symétriques  
et quartes avec caractéristiques de transmission  
au-delà de la catégorie 5**

**State of the art for symmetrical pair/quad cables  
with transmission characteristics beyond  
category 5**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC/TS 61873:2001

## 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](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) 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/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) 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](mailto: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](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) 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/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) 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](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC

TS 61873

Première édition  
First edition  
2001-02

---

---

**Etat de l'art pour câbles à paires symétriques  
et quartes avec caractéristiques de transmission  
au-delà de la catégorie 5**

**State of the art for symmetrical pair/quad cables  
with transmission characteristics beyond  
category 5**

© IEC 2001 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  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

M

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

## SOMMAIRE

|  | Pages |
|--|-------|
| AVANT-PROPOS .....   | 4     |
| Articles   |       |
| 1 Domaine d'application .....  | 8     |
| 2 Références normatives.....   | 8     |
| 3 Caractéristiques typiques électriques de transmission .....            | 10    |
| 3.1 Commentaires généraux .....  | 10    |
| 3.1.1 Généralités .....  | 10    |
| 3.1.2 Plage de fréquences.....   | 10    |
| 3.2 Mesures électriques en courant continu et en basse fréquence.....    | 10    |
| 3.2.1 Résistance du conducteur .....                                     | 10    |
| 3.2.2 Déséquilibre de résistance du conducteur.....                      | 10    |
| 3.2.3 Rigidité diélectrique.....   | 10    |
| 3.2.4 Résistance d'isolement.....  | 10    |
| 3.2.5 Capacité mutuelle .....  | 12    |
| 3.2.6 Déséquilibre de capacité paire-terre .....                         | 12    |
| 3.2.7 Résistance de l'écran.....   | 12    |
| 3.3 Caractéristiques de transmission.....                                | 12    |
| 3.3.1 Vitesse de propagation.....  | 12    |
| 3.3.2 Temps de propagation de phase.....                                 | 12    |
| 3.3.3 Temps de propagation de phase différentiel (distorsion) .....      | 12    |
| 3.3.4 Impédance.....   | 12    |
| 3.3.5 Affaiblissement de réflexion.....                                  | 14    |
| 3.3.6 Affaiblissement.....   | 14    |
| 3.3.7 Affaiblissement de symétrie.....                                   | 18    |
| 3.3.8 Paradiaphonie (NEXT).....  | 18    |
| 3.3.9 Télédiaphonie (EL FEXT) .....                                      | 20    |
| 3.3.10 Impédance de transfert (seulement pour câbles avec écran).....    | 22    |
| 3.3.11 Affaiblissement de couplage.....                                  | 22    |
| 3.3.12 Affaiblissement d'écran .....                                     | 24    |
| Tableau 1 – Catégories de câbles.....                                    | 10    |
| Tableau 2 – Prescriptions concernant l'impédance d'entrée .....          | 14    |
| Tableau 3 – Prescriptions concernant l'affaiblissement de réflexion..... | 14    |
| Tableau 4 – Prescriptions concernant l'affaiblissement.....              | 16    |
| Tableau 5 – Prescriptions concernant l'affaiblissement de symétrie.....  | 18    |
| Tableau 6 – Prescriptions concernant la paradiaphonie (NEXT) .....       | 20    |
| Tableau 7 – Prescriptions concernant l'écart télédiaphonique.....        | 22    |

## CONTENTS

|  | Page |
|--|------|
| FOREWORD .....   | 5    |
| Clause   |      |
| 1 Scope .....  | 9    |
| 2 Normative references .....                               | 9    |
| 3 Typical electrical transmission characteristics .....    | 11   |
| 3.1 General comments .....                                 | 11   |
| 3.1.1 General .....  | 11   |
| 3.1.2 Frequency range .....                                | 11   |
| 3.2 Low frequency and d.c. electrical measurements .....   | 11   |
| 3.2.1 Conductor resistance .....                           | 11   |
| 3.2.2 Conductor resistance unbalance .....                 | 11   |
| 3.2.3 Dielectric strength .....                            | 11   |
| 3.2.4 Insulation resistance .....                          | 11   |
| 3.2.5 Mutual capacitance .....                             | 13   |
| 3.2.6 Pair to earth capacitance unbalance .....            | 13   |
| 3.2.7 Resistance of the screen .....                       | 13   |
| 3.3 Transmission characteristics .....                     | 13   |
| 3.3.1 Velocity of propagation .....                        | 13   |
| 3.3.2 Phase delay .....                                    | 13   |
| 3.3.3 Differential delay (skew) .....                      | 13   |
| 3.3.4 Impedance .....                                      | 13   |
| 3.3.5 Return loss .....                                    | 15   |
| 3.3.6 Attenuation .....                                    | 15   |
| 3.3.7 Unbalance attenuation .....                          | 19   |
| 3.3.8 Near-end crosstalk .....                             | 19   |
| 3.3.9 Far-end crosstalk .....                              | 21   |
| 3.3.10 Transfer impedance (for screened cables only) ..... | 23   |
| 3.3.11 Coupling attenuation .....                          | 23   |
| 3.3.12 Screening attenuation .....                         | 25   |
| Table 1 – Cable categories .....                           | 11   |
| Table 2 – Input impedance requirements .....               | 15   |
| Table 3 – Return loss requirements .....                   | 15   |
| Table 4 – Attenuation requirements .....                   | 17   |
| Table 5 – Unbalance attenuation requirements .....         | 19   |
| Table 6 – NEXT requirements .....                          | 21   |
| Table 7 – EL FEXT requirements .....                       | 23   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# ÉTAT DE L'ART POUR CÂBLES À PAIRES SYMÉTRIQUES ET QUARTES AVEC CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION AU-DELÀ DE LA CATÉGORIE 5

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

La CEI 61873, qui est une spécification technique, a été établie par le sous-comité 46C: Câbles symétriques et fil, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, et accessoires pour communications et signalisation.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| Projet d'enquête | Rapport de vote |
| 46C/363/CDV      | 46C/383/RVC     |

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## STATE OF THE ART FOR SYMMETRICAL PAIR/QUAD CABLES WITH TRANSMISSION CHARACTERISTICS BEYOND CATEGORY 5

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

IEC 61873, which is a technical specification, has been prepared by subcommittee 46C: Wires and symmetric cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, RF connectors, and accessories for communication and signalling.

The text of this technical specification is based on the following documents:

|               |                  |
|---------------|------------------|
| Enquiry draft | Report on voting |
| 46C/363/CDV   | 46C/383/RVC      |

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

Cette spécification technique doit être lue conjointement avec la CEI 61156-1: Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 61873:2001  
Withdrawn

This technical specification is to be read in conjunction with IEC 61156-1: Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard;
- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 61873:2001  
**Withdrawn**

# ÉTAT DE L'ART POUR CÂBLES À PAIRES SYMÉTRIQUES ET QUARTES AVEC CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION AU-DELÀ DE LA CATÉGORIE 5

## 1 Domaine d'application

Les câbles référencés dans la présente spécification technique sont destinés à des systèmes de câblage génériques, ayant des conducteurs massifs et d'une contenance de quatre paires ou moins. Les prescriptions concernant leurs caractéristiques électriques sont établies de manière à garantir une marge de 3 dB pour le canal, ce qui correspond approximativement à 10 dB pour 100 m de câble, si le matériel de connexion et les cordons sont pris en compte.

Les câbles peuvent être fournis sans écran, avec écran collectif ou avec écran individuel sur les paires.

Ces câbles sont destinés à divers systèmes nouveaux de communication, qui sont en cours de développement et qui peuvent utiliser jusqu'à quatre paires simultanément. Dans ce sens, la présente spécification est un document de travail destiné aux personnes qui développent les systèmes, pour permettre l'évaluation de systèmes complets d'un point de vue technique ainsi qu'économique.

Les câbles traités dans cette spécification sont destinés à fonctionner avec les niveaux de tension et de courant normalement utilisés dans les systèmes de communication. Ces câbles ne sont pas destinés à être utilisés en liaison avec des sources à basse impédance, par exemple l'alimentation en puissance électrique du secteur du service public.

La plage de températures recommandée durant l'installation peut être indiquée dans la spécification particulière.

La plage de températures de service est au moins de  $-20\text{ °C}$  à  $+60\text{ °C}$ , de manière à assurer qu'une liaison connectée demeure opérationnelle sous des variations normales de température. (Quand les amplificateurs de transmission et de réception sont mis sous tension, ils passent par une phase d'adaptation qui prend en compte les conditions de la ligne et les compense. Après cette phase d'adaptation, les amplificateurs sont verrouillés pour conserver les paramètres établis. Si les conditions de la ligne changent au-delà du niveau spécifié, le taux d'erreurs sur éléments binaires de la carte de ligne dépasse le seuil permis et la liaison est interrompue.)

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Spécification technique. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Spécification technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60344:1980, *Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences*

CEI 61156-1:1994, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

## STATE OF THE ART FOR SYMMETRICAL PAIR/QUAD CABLES WITH TRANSMISSION CHARACTERISTICS BEYOND CATEGORY 5

### 1 Scope

The cables referenced in this technical specification are intended for generic cabling systems, having solid conductors and with a pair count of four pairs or less. Their electrical performance requirements are laid out such that a margin of 3 dB is guaranteed for the channel, which approximately corresponds to 10 dB per 100 m of cable, if the connecting hardware and the patch cords are taken into account.

The cables may be provided without a screen, with a common screen or with individual screens over the pairs.

These cables are intended for various new communication systems, which are under development, and which may use as many as four pairs simultaneously. In this sense, the present specification is intended as a working document for system developers, to allow the evaluation of complete systems from a technical and also from an economic point of view.

The cables covered by this specification are intended to operate with the voltage and current levels normally encountered in communication systems. These cables are not intended to be used in conjunction with low impedance sources, for example the electric power supplies of public utility mains.

The recommended temperature range during installation may be indicated in the detail specification.

The operating temperature range is at least  $-20\text{ °C}$  to  $+60\text{ °C}$  in order to ensure that a connected link remains operational under normal temperature variations. (The output and receive amplifiers go, upon power-up, through a training which takes the line condition into account and compensates for it. After training, the amplifiers are locked, to maintain the established parameters. If the line conditions are changed beyond the specified level, then the bit error rate of the linecard exceeds the permissible threshold and the link is interrupted.)

### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Specification. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this Technical Specification are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60344:1980, *Guide to the calculation of resistance of plain and coated conductors of low-frequency cables and wires*

IEC 61156-1:1994, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

### 3 Caractéristiques typiques électriques de transmission

#### 3.1 Commentaires généraux

##### 3.1.1 Généralités

Le présent article énumère les caractéristiques typiques de fonctionnement des câbles avec des performances élevées sur une plage de fréquences étendue. Les méthodes d'essai doivent être en conformité avec l'article 3 de la CEI 61156-1.

##### 3.1.2 Plage de fréquences

Les câbles avec prescriptions de fonctionnement au-delà de la catégorie 5 sont classés selon la fréquence à laquelle la marge en ACR atteint approximativement 10 dB pour une longueur de 100 m. La fréquence à laquelle l'ACR atteint cette valeur de 10 dB sur 100 m est appelée fréquence de référence maximale. L'ACR est calculé en soustrayant l'affaiblissement, en décibels pour une longueur de 100 m, de la paradiaphonie entre paires (NEXT), en décibels.

Des propositions sont attendues pour des câbles caractérisés par une fréquence de référence maximale différente. De tels câbles sont désignés en ajoutant, en suffixe, la fréquence de référence maximale à la désignation générale C. Les catégories les plus probables sont indiquées au tableau 1.

Tableau 1 – Catégories de câbles

| Fréquence<br>MHz | Désignation<br>du câble | Fréquence de référence<br>maximale<br>MHz |
|------------------|-------------------------|---|
| 1,0-120,0        | C-120                   | 120                                       |
| 1,0-160,0        | C-160                   | 160                                       |
| 1,0-200,0        | C-200                   | 200                                       |
| 1,0-300,0        | C-300                   | 300                                       |
| 1,0-600,0        | C-600                   | 600                                       |

#### 3.2 Mesures électriques en courant continu et en basse fréquence

##### 3.2.1 Résistance du conducteur

La résistance du conducteur doit être conforme à la CEI 60344.

##### 3.2.2 Déséquilibre de résistance du conducteur

Le déséquilibre de résistance du conducteur ne doit pas dépasser 2 %.

##### 3.2.3 Rigidité diélectrique

L'essai de rigidité diélectrique doit être effectué à 1 kV c.c. pendant 1 min ou alternativement à 2,5 kV pendant 2 s. Une tension en alternatif peut être utilisée. Les niveaux de tension dans ces cas correspondent à la valeur en continu divisée par 1,5.

##### 3.2.4 Résistance d'isolement

La valeur minimale de la résistance d'isolement doit être de 5 000 M $\Omega$ -km.

### 3 Typical electrical transmission characteristics

#### 3.1 General comments

##### 3.1.1 General

This clause lists the typical performance characteristics of cables with high performances over an extended frequency range. The test methods shall be in accordance with clause 3 of IEC 61156-1.

##### 3.1.2 Frequency range

The cables with performance requirements extending beyond category 5 are classified according to the frequency at which the ACR margin reaches approximately 10 dB for a length of 100 m. The frequency at which the ACR reaches this value of 10 dB at 100 m is called the maximum referenced frequency. The ACR is calculated by subtracting the attenuation, in decibels for a length of 100 m, from the pair to pair near-end crosstalk (NEXT), in decibels.

Cables characterized by a different maximum referenced frequency are expected to be offered. Such cables are designated by adding, as a suffix, the maximum referenced frequency to the general designation C. The most likely categories are listed in table 1.

**Table 1 – Cable categories**

| Frequency<br>MHz | Cable designation | Maximum referenced<br>frequency<br>MHz |
|------------------|-------------------|--|
| 1,0-120,0        | C-120             | 120                                    |
| 1,0-160,0        | C-160             | 160                                    |
| 1,0-200,0        | C-200             | 200                                    |
| 1,0-300,0        | C-300             | 300                                    |
| 1,0-600,0        | C-600             | 600                                    |

#### 3.2 Low frequency and d.c. electrical measurements

##### 3.2.1 Conductor resistance

The conductor resistance shall be in accordance with IEC 60344.

##### 3.2.2 Conductor resistance unbalance

The conductor resistance unbalance shall not exceed 2 %.

##### 3.2.3 Dielectric strength

The dielectric strength test shall be performed with 1 kV d.c. for 1 min or alternatively with 2,5 kV for 2 s. An a.c. voltage may be used. The voltage levels in these cases are the equivalent of the d.c. voltage divided by 1,5.

##### 3.2.4 Insulation resistance

The minimum insulation resistance shall be 5 000 M $\Omega$ ·km.

### 3.2.5 Capacité mutuelle

La capacité mutuelle n'est pas spécifiée, mais peut être indiquée, à des fins d'information, dans la spécification particulière appropriée.

### 3.2.6 Déséquilibre de capacité paire-terre

Lorsque il est mesuré à la fréquence de 1 kHz, le déséquilibre de capacité maximal paire-terre ne doit pas dépasser 1 600 pF/km.

### 3.2.7 Résistance de l'écran

La résistance de l'écran en courant continu n'est pas spécifiée mais peut être indiquée dans la spécification particulière appropriée.

## 3.3 Caractéristiques de transmission

Tous les essais doivent être effectués sur une longueur de câble de 100 m, sauf indication contraire.

### 3.3.1 Vitesse de propagation

La vitesse de phase minimale de propagation sur une paire dans un câble ne doit pas être inférieure à 0,6 c pour toutes les fréquences de 4,0 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale.

### 3.3.2 Temps de propagation de phase

A l'étude.

### 3.3.3 Temps de propagation de phase différentiel (distorsion)

#### 3.3.3.1 Temps de propagation de phase différentiel maximal

Lorsque le temps de propagation de phase est mesuré à  $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ,  $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  et  $60\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , le temps de propagation de phase différentiel (distorsion) maximal à une température donnée ne doit pas dépasser 25 ns pour 100 m, pour les fréquences de 4,0 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale. Une exception est le temps différentiel pour la désignation C-120 qui ne doit pas dépasser 45 ns pour 100 m.

#### 3.3.3.2 Effets dus à l'environnement

L'effet dû à la température sur le temps de propagation de phase différentiel (distorsion) entre toutes les combinaisons de paires ne doit pas varier de plus de  $\pm 10$  ns sur la plage de températures de  $-20\text{ °C}$  à  $+60\text{ °C}$ .

### 3.3.4 Impédance

#### 3.3.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance mesurée en mode par balayage en fréquence (méthode circuit ouvert – circuit fermé suivant 3.3.6.1 de la CEI 61156-1) doit être conforme aux prescriptions indiquées dans le tableau 2 pour toutes les fréquences de 1,0 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale.

### 3.2.5 Mutual capacitance

The mutual capacitance is not specified but may be indicated, for information purposes, in the appropriate detail specification.

### 3.2.6 Pair to earth capacitance unbalance

When measured at a frequency of 1 kHz, the maximum pair to earth capacitance unbalance shall not exceed 1 600 pF/km.

### 3.2.7 Resistance of the screen

The d.c. resistance of the screen is not specified but may be indicated in the appropriate detail specification.

## 3.3 Transmission characteristics

All the tests shall be carried out on a cable length of 100 m, unless otherwise stated.

### 3.3.1 Velocity of propagation

The minimum phase velocity of any pair within the cable shall not be less than 0,6 c for all frequencies from 4,0 MHz to the maximum referenced frequency.

### 3.3.2 Phase delay

Under consideration.

### 3.3.3 Differential delay (skew)

#### 3.3.3.1 Maximum differential delay

When the phase delay is measured at  $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ,  $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  and  $60\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , the maximum differential phase delay (skew) at a given temperature shall not exceed 25 ns for 100 m, for frequencies from 4,0 MHz to the maximum referenced frequency. As an exception, the differential delay for C-120 shall not exceed 45 ns for 100 m.

#### 3.3.3.2 Environmental effects

The differential delay (skew) between all pair combinations due to the temperature shall not vary by more than  $\pm 10\text{ ns}$  over the temperature range from  $-20\text{ °C}$  to  $+60\text{ °C}$ .

### 3.3.4 Impedance

#### 3.3.4.1 Input impedance

The impedance measured in a swept frequency mode (open- short circuit method of 3.3.6.1 of IEC 61156-1) shall meet the requirements indicated in table 2 for all frequencies from 1,0 MHz to the maximum referenced frequency.

**Tableau 2 – Prescriptions concernant l'impédance d'entrée**

| Impédance d'entrée<br>$\Omega$ |                      |            |            |            |            |
|--------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| Fréquence<br>MHz               | Désignation du câble |            |            |            |            |
|                                | C-120                | C-160      | C-200      | C-300      | C-600      |
| 1,0 – 100,0                    | $N \pm 15$           | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ |
| 100,0 – 120,0                  | $N \pm 22$           | $N \pm 22$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ |
| 120,0 – 160,0                  | –                    | $N \pm 22$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ |
| 160,0 – 200,0                  | –                    | –          | $N \pm 22$ | $N \pm 22$ | $N \pm 22$ |
| 200,0 – 300,0                  | –                    | –          | –          | $N \pm 25$ | $N \pm 25$ |
| 300,0 – 600,0                  | –                    | –          | –          | –          | $N \pm 25$ |

NOTE N = impédance nominale prescrite.

### 3.3.4.2 Impédance caractéristique

Lorsqu'elle est mesurée suivant 3.3.6.1.2-1 ou 3.3.6.2, 3.3.6.1.2-3 ou 3.3.6.2, 3.3.6.1.2-5 de la CEI 61156-1, l'impédance caractéristique doit être dans les limites de  $\pm 6\%$  de l'impédance nominale prescrite, sur une plage de fréquences de 10 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale.

### 3.3.5 Affaiblissement de réflexion

L'affaiblissement de réflexion mesuré en mode par balayage en fréquence de 10 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale doit être égal ou supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau 3.

**Tableau 3 – Prescriptions concernant l'affaiblissement de réflexion**

| Affaiblissement de réflexion<br>dB |                              |                              |                              |                              |                              |
|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Fréquence<br>MHz                   | Désignation du câble         |                              |                              |                              |                              |
|                                    | C-120                        | C-160                        | C-200                        | C-300                        | C-600                        |
| 10,0 – 100,0                       | 21                           | 21                           | 21                           | 21                           | 21                           |
| 100,0 – 120,0                      | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | 21                           | 21                           | 21                           |
| 120,0 – 160,0                      |                              | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | 21                           | 21                           | 21                           |
| 160,0 – 200,0                      |                              | –                            | $21 - 10 \times \log(f/160)$ | 21                           | 21                           |
| 200,0 – 300,0                      |                              | –                            | –                            | $21 - 10 \times \log(f/200)$ | 21                           |
| 300,0 – 600,0                      |                              | –                            | –                            | –                            | $21 - 10 \times \log(f/300)$ |

NOTE f = fréquence, en mégahertz.

### 3.3.6 Affaiblissement

#### 3.3.6.1 Affaiblissement maximal

L'affaiblissement maximal sur une paire quelconque mesuré dans la plage de fréquences de 4,0 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale doit être égal ou inférieur à celui obtenu à partir de la courbe définie par les équations ci-dessous. Les valeurs données dans le tableau 4 sont seulement pour information et elles ont été étendues jusqu'à des fréquences dépassant de 25 % la fréquence de référence maximale.

**Table 2 – Input impedance requirements**

| Input impedance<br>$\Omega$ |                   |            |            |            |            |
|-----------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| Frequency<br>MHz            | Cable designation |            |            |            |            |
|                             | C-120             | C-160      | C-200      | C-300      | C-600      |
| 1,0 – 100,0                 | $N \pm 15$        | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ | $N \pm 15$ |
| 100,0 – 120,0               | $N \pm 22$        | $N \pm 22$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ |
| 120,0 – 160,0               | –                 | $N \pm 22$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ | $N \pm 20$ |
| 160,0 – 200,0               | –                 | –          | $N \pm 22$ | $N \pm 22$ | $N \pm 22$ |
| 200,0 – 300,0               | –                 | –          | –          | $N \pm 25$ | $N \pm 25$ |
| 300,0 – 600,0               | –                 | –          | –          | –          | $N \pm 25$ |

NOTE N = nominal requested impedance.

### 3.3.4.2 Characteristic impedance

When measured according to 3.3.6.1.2-1 or 3.3.6.2, 3.3.6.1.2-3 or 3.3.6.2, 3.3.6.1.2-5 of IEC 61156-1, the characteristic impedance shall be within  $\pm 6\%$  of the nominal requested impedance, over a frequency range from 10 MHz to the maximum referenced frequency.

### 3.3.5 Return loss

The return loss measured in a swept frequency mode from 10 MHz to the maximum referenced frequency shall be equal to or greater than the values indicated in table 3.

**Table 3 – Return loss requirements**

| Return loss<br>dB |                              |                              |                              |                              |                              |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Frequency<br>MHz  | Cable designation            |                              |                              |                              |                              |
|                   | C-120                        | C-160                        | C-200                        | C-300                        | C-600                        |
| 10,0 – 100,0      | 21                           | 21                           | 21                           | 21                           | 21                           |
| 100,0 – 120,0     | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | 21                           | 21                           | 21                           |
| 120,0 – 160,0     |                              | $21 - 10 \times \log(f/100)$ | 21                           | 21                           | 21                           |
| 160,0 – 200,0     |                              | –                            | $21 - 10 \times \log(f/160)$ | 21                           | 21                           |
| 200,0 – 300,0     |                              | –                            | –                            | $21 - 10 \times \log(f/200)$ | 21                           |
| 300,0 – 600,0     |                              | –                            | –                            | –                            | $21 - 10 \times \log(f/300)$ |

NOTE  $f$  = frequency, in megahertz.

### 3.3.6 Attenuation

#### 3.3.6.1 Maximum attenuation

The maximum attenuation of any pair measured in the frequency range from 4,0 MHz to the maximum referenced frequency shall be equal to or less than that obtained from the curve defined by the equations shown below. The values given in table 4 are for information only and have been extended to frequencies 25 % higher than the maximum referenced frequency.

$$\alpha \text{ (C-120)} = 1,967 \times \sqrt{f} + 0,023 \times f + 0,05/\sqrt{f}$$

$$\alpha \text{ (C-160)} = 1,87 \times \sqrt{f} + 0,02 \times f + 0,15/\sqrt{f}$$

$$\alpha \text{ (C-200)} = 1,82 \times \sqrt{f} + 0,017 \times f + 0,25/\sqrt{f}$$

$$\alpha \text{ (C-300)} = 1,62 \times \sqrt{f} + 0,018 \times f + 0,4/\sqrt{f}$$

$$\alpha \text{ (C-600)} = 1,72 \times \sqrt{f} + 0,0103 \times f + 0,18/\sqrt{f}$$

où

$\alpha$  est l'affaiblissement, en décibels pour 100 m et

$f$  est la fréquence, en mégahertz.

**Tableau 4 – Prescriptions concernant l'affaiblissement**

| Affaiblissement<br>dB/100 m |                      |        |        |        |       |
|-----------------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Fréquence<br>MHz            | Désignation du câble |        |        |        |       |
|                             | C-120                | C-160  | C-200  | C-300  | C-600 |
| 1,0                         | (2,0)                | (2,0)  | (2,1)  | (2,0)  | (1,9) |
| 4,0                         | 4,1                  | 3,9    | 3,8    | 3,5    | 3,6   |
| 10,0                        | 6,5                  | 6,2    | 6,0    | 5,4    | 5,6   |
| 16,0                        | 8,2                  | 7,8    | 7,6    | 6,9    | 7,1   |
| 20,0                        | 9,3                  | 8,8    | 8,5    | 7,7    | 7,9   |
| 31,25                       | 11,7                 | 11,1   | 10,8   | 9,7    | 10,0  |
| 62,5                        | 17,0                 | 16,1   | 15,5   | 14,0   | 14,3  |
| 100,0                       | 22,0                 | 20,7   | 19,9   | 18,0   | 18,2  |
| 120,0                       | 24,3                 | 22,9   | 22,0   | 19,9   | 20,1  |
| 160,0                       | (28,6)               | 26,9   | 25,8   | 23,4   | 23,4  |
| 180,0                       |                      | (28,7) | 27,5   | 25,0   | 24,9  |
| 200,0                       |                      | (30,5) | 29,2   | 26,5   | 26,4  |
| 250,0                       |                      |        | (33,0) | 30,1   | 29,8  |
| 275,0                       |                      |        |        | 31,8   | 31,4  |
| 300,0                       |                      |        |        | 33,5   | 32,9  |
| 375,0                       |                      |        |        | (38,1) | 37,2  |
| 500,0                       |                      |        |        |        | 43,6  |
| 600,0                       |                      |        |        |        | 48,3  |

NOTE Les valeurs entre parenthèses sont données seulement à titre d'information.

### 3.3.6.2 Effets dus à l'environnement

Les valeurs de l'affaiblissement du tableau 4 doivent être corrigées pour les températures élevées, le facteur de majoration étant de 0,4 % par degré Celsius. Le câble doit être mesuré à 40 °C et à 60 °C et doit satisfaire aux valeurs prescrites corrigées.

$$\alpha (\text{C-120}) = 1,967 \times \sqrt{f} + 0,023 \times f + 0,05/\sqrt{f}$$

$$\alpha (\text{C-160}) = 1,87 \times \sqrt{f} + 0,02 \times f + 0,15/\sqrt{f}$$

$$\alpha (\text{C-200}) = 1,82 \times \sqrt{f} + 0,017 \times f + 0,25/\sqrt{f}$$

$$\alpha (\text{C-300}) = 1,62 \times \sqrt{f} + 0,018 \times f + 0,4/\sqrt{f}$$

$$\alpha (\text{C-600}) = 1,72 \times \sqrt{f} + 0,0103 \times f + 0,18/\sqrt{f}$$

where

$\alpha$  is the attenuation, in decibels for 100 m and

$f$  is the frequency, in megahertz.

**Table 4 – Attenuation requirements**

| Frequency<br>MHz | Attenuation<br>dB/100 m |        |        |        |       |
|------------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|
|                  | Cable designation       |        |        |        |       |
|                  | C-120                   | C-160  | C-200  | C-300  | C-600 |
| 1,0              | (2,0)                   | (2,0)  | (2,1)  | (2,0)  | (1,9) |
| 4,0              | 4,1                     | 3,9    | 3,8    | 3,5    | 3,6   |
| 10,0             | 6,5                     | 6,2    | 6,0    | 5,4    | 5,6   |
| 16,0             | 8,2                     | 7,8    | 7,6    | 6,9    | 7,1   |
| 20,0             | 9,3                     | 8,8    | 8,5    | 7,7    | 7,9   |
| 31,25            | 11,7                    | 11,1   | 10,8   | 9,7    | 10,0  |
| 62,5             | 17,0                    | 16,1   | 15,5   | 14,0   | 14,3  |
| 100,0            | 22,0                    | 20,7   | 19,9   | 18,0   | 18,2  |
| 120,0            | 24,3                    | 22,9   | 22,0   | 19,9   | 20,1  |
| 160,0            | (28,6)                  | 26,9   | 25,8   | 23,4   | 23,4  |
| 180,0            |                         | (28,7) | 27,5   | 25,0   | 24,9  |
| 200,0            |                         | (30,5) | 29,2   | 26,5   | 26,4  |
| 250,0            |                         |        | (33,0) | 30,1   | 29,8  |
| 275,0            |                         |        |        | 31,8   | 31,4  |
| 300,0            |                         |        |        | 33,5   | 32,9  |
| 375,0            |                         |        |        | (38,1) | 37,2  |
| 500,0            |                         |        |        |        | 43,6  |
| 600,0            |                         |        |        |        | 48,3  |

NOTE Values in brackets are for information only.

### 3.3.6.2 Environmental effects

The attenuation values in table 4 shall be adjusted at elevated temperatures, using a factor of 0,4 % increase per degree Celsius. The cable shall be measured at 40 °C and 60 °C, and shall meet the adjusted requirements.

### 3.3.7 Affaiblissement de symétrie

Le tableau 5 donne les valeurs minimales pour l'affaiblissement de symétrie pour une longueur de câble de 100 m.

**Tableau 5 – Prescriptions concernant l'affaiblissement de symétrie**

| Fréquence<br>MHz | Affaiblissement de symétrie<br>dB |
|------------------|-----------------------------------|
| 1,0              | ≥40                               |
| 10,0             | ≥30                               |
| 100,0            | ≥20                               |

### 3.3.8 Paradiaphonie

Le tableau 6 donne, aux fréquences spécifiées, les valeurs arrondies de paradiaphonie entre paires pour la plus mauvaise combinaison entre paires. Les valeurs données dans le tableau sont données seulement à titre d'information et elles ont été étendues jusqu'à des fréquences dépassant de 25 % la fréquence de référence maximale.

Les mesures par balayage en fréquence dans la plage de fréquences spécifiée ne doivent pas dépasser les valeurs définies par l'équation suivante:

$$\text{NEXT}(f) = \text{NEXT}(1) - 15 \times \log(f)$$

où

$\text{NEXT}(f)$  est la paradiaphonie à une fréquence donnée, en décibels;

$f$  est la fréquence, en mégahertz.

$\text{NEXT}(1) = 65$  pour C-120;

70 pour C-160;

75 pour C-200;

82 pour C-300;

101 pour C-600.

Les valeurs supérieures à 80 dB doivent être indiquées comme 80 dB.

### 3.3.7 Unbalance attenuation

Table 5 shows the minimum values for unbalance attenuation for a cable length of 100 m.

**Table 5 – Unbalance attenuation requirements**

| Frequency<br>MHz | Unbalance attenuation<br>dB |
|------------------|-----------------------------|
| 1,0              | ≥40                         |
| 10,0             | ≥30                         |
| 100,0            | ≥20                         |

### 3.3.8 Near-end crosstalk

Table 6 shows rounded off values for the worst pair to pair near-end crosstalk at the specified frequencies. The values given in the table are for information only and have been extended to frequencies 25 % higher than the maximum referenced frequency.

Swept frequency measurements in the specified frequency range shall not exceed the values defined by the following equation:

$$\text{NEXT}(f) = \text{NEXT}(1) - 15 \times \log(f)$$

where

$\text{NEXT}(f)$  is the near-end crosstalk at a given frequency, in decibels;

$f$  is the frequency, in megahertz.

$\text{NEXT}(1) =$  65 for C-120;

70 for C-160;

75 for C-200;

82 for C-300;

101 for C-600.

Values greater than 80 dB shall be indicated as 80 dB.

**Tableau 6 – Prescriptions concernant la paradiaphonie (NEXT)**

| NEXT<br>dB/100 m |                           |       |       |       |       |
|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Fréquence<br>MHz | Plus mauvaise combinaison |       |       |       |       |
|                  | Désignation du câble      |       |       |       |       |
|                  | C-120                     | C-160 | C-200 | C-300 | C-600 |
| 1,0              | 65                        | 70    | 75    | 80    | 80    |
| 4,0              | 56                        | 61    | 66    | 73    | 80    |
| 10,0             | 50                        | 55    | 60    | 67    | 80    |
| 16,0             | 47                        | 52    | 57    | 64    | 80    |
| 20,0             | 45                        | 50    | 55    | 62    | 80    |
| 31,25            | 43                        | 48    | 53    | 60    | 79    |
| 62,5             | 38                        | 43    | 48    | 55    | 74    |
| 100,0            | 35                        | 40    | 45    | 52    | 71    |
| 120,0            | 34                        |       |       |       |       |
| 160,0            | (32)                      | 37    | 42    | 49    | 68    |
| 180,0            |                           | (36)  | 41    | 48    | 67    |
| 200,0            |                           | (35)  | 40    | 47    | 66    |
| 250,0            |                           |       | (39)  | 46    | 65    |
| 275,0            |                           |       |       | 45    | 64    |
| 300,0            |                           |       |       | 45    | 64    |
| 375,0            |                           |       |       | (43)  | 62    |
| 500,0            |                           |       |       |       | 60    |
| 600,0            |                           |       |       |       | 59    |

NOTE Les valeurs entre parenthèses sont données seulement à titre d'information.

### 3.3.9 Télédiaphonie

Les protocoles en cours de développement utilisent des émetteurs-récepteurs allant jusqu'à quatre paires. En conséquence, la télédiaphonie des câbles à utiliser conjointement avec de tels matériels doit être maîtrisée et peut devenir un facteur prédominant pour le système tout entier.

L'écart télédiaphonique minimal entre paires (EL FEXT) pour toute combinaison de paires doit être égal ou supérieur aux valeurs calculées à partir de l'équation suivante pour toutes les fréquences de 1,0 MHz jusqu'à la fréquence de référence maximale:

$$EL\ FEXT(f) = EL\ FEXT(1) - 20 \times \log(f)$$

où

EL FEXT(*f*) est la télédiaphonie à une fréquence donnée, en décibels pour 100 m

*f* est la fréquence, en mégahertz.

EL FEXT(1) = 61 pour C-120;  
 61 pour C-160;  
 62 pour C-200;  
 79 pour C-300;  
 80 pour C-600.