

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

**CEI
IEC**

TS 62100

Première édition
First edition
2004-11

**Câbles pour les circuits primaires
d'éclairage aéronautique dans le sol**

**Cables for aeronautical ground lighting
primary circuits**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 62100:2004

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

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

**CEI
IEC**

TS 62100

Première édition
First edition
2004-11

Câbles pour les circuits primaires d'éclairage aéronautique dans le sol

Cables for aeronautical ground lighting primary circuits

© IEC 2004 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

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Désignations de la tension et des matériaux.....	14
4.1 Tensions assignées	14
4.2 Mélanges isolants	14
4.3 Mélanges pour la gaine	16
5 Âmes conductrices	16
6 Enveloppe isolante.....	16
6.1 Matériau	16
6.2 Épaisseur de l'enveloppe isolante	16
7 Écran.....	18
7.1 Généralités.....	18
7.2 Écran sur âme (en option)	18
7.3 Écran sur enveloppe isolante	18
8 Séparateur (en option)	20
9 Gaine	20
9.1 Généralités.....	20
9.2 Matériau	20
9.3 Épaisseur	20
10 Exigences de construction	20
11 Marquage	24
11.1 Marquage réglementaire.....	24
11.2 Continuité des marques	24
11.3 Marquage additionnel	24
11.4 Durabilité.....	24
11.5 Lisibilité.....	24
12 Conditions d'essais	26
12.1 Température ambiante.....	26
12.2 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle	26
13 Exigences d'essai	26
14 Essais de routine	26
15 Essais sur prélèvements	26
15.1 Généralités.....	26
15.2 Fréquence des essais sur prélèvement	28
15.3 Répétition des essais.....	30
16 Essais par prélèvement, essais électriques	30
17 Essais par prélèvement, essais non électriques	32
18 Essais électriques après installation.....	34

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	13
4 Voltage designations and materials	15
4.1 Rated voltages	15
4.2 Insulating compounds	15
4.3 Sheathing compounds	17
5 Conductors	17
6 Insulation.....	17
6.1 Material	17
6.2 Insulation thickness	17
7 Screening	19
7.1 General	19
7.2 Conductor screen (optional).....	19
7.3 Insulation screen	19
8 Separator (optional).....	21
9 Sheath.....	21
9.1 General	21
9.2 Material	21
9.3 Thickness	21
10 Constructional requirements	21
11 Marking	25
11.1 Mandatory marking	25
11.2 Continuity of marks	25
11.3 Additional marking.....	25
11.4 Durability	25
11.5 Legibility.....	25
12 Test conditions.....	27
12.1 Ambient temperature	27
12.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages	27
13 Test requirements.....	27
14 Routine tests	27
15 Sample tests.....	27
15.1 General	27
15.2 Frequency of sample tests	29
15.3 Repetition of tests.....	31
16 Type tests, electrical.....	31
16.1 Screened cables.....	31
16.2 Unscreened cables	31
17 Type tests, non-electrical.....	33
18 Electrical tests after installation.....	35

Annexe A (normative) Méthode de mesure de la résistivité des écrans semi-conducteurs rubanés	36
Annexe B (normative) Exigences pour les mélanges de gainage et d'enveloppe isolante	40
Annexe C (informative) Guide d'emploi	44
Annexe D (informative) Calcul des dimensions des câbles	48
Bibliographie	50
Figure A.1 – Méthode de mesure de la résistivité de la surface d'un ruban semi-conducteur	38
Tableau 1 – Mélanges isolants	14
Tableau 2 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges isolants	14
Tableau 3 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges de gaine	16
Tableau 4 – Exigences de construction pour les câbles avec écran	22
Tableau 5 – Exigences de construction pour les câbles sans écran	22
Tableau 6 – Essais de routine	26
Tableau 7 – Essais sur prélèvements	28
Tableau 8 – Nombre d'échantillons pour les essais de prélèvement	30
Tableau 9 – Essais électriques par prélèvement pour les câbles avec écran	32
Tableau 10 – Essais électriques par prélèvement pour les câbles sans écran	32
Tableau 11 – Essais par prélèvements (essais non électriques)	34
Tableau B.1 – Exigences pour le mélange de gainage PR	40
Tableau B.2 – Exigences pour le mélange d'enveloppe isolante PE	42

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 62100:2004

Annex A (normative) Method of measuring resistivity of taped semi-conducting screens	37
Annex B (normative) Requirements for sheathing and insulating compounds	41
Annex C (informative) Guide to use	45
Annex D (informative) Calculation of cable dimensions	49
Bibliography	51
Figure A.1 – Method of measuring the surface resistivity of semi-conducting tape	39
Table 1 – Insulating compounds	15
Table 2 – Maximum conductor temperatures for different types of insulating compound	15
Table 3 – Maximum conductor temperatures for different types of sheathing compounds	17
Table 4 – Constructional requirements for screened cables	23
Table 5 – Constructional requirements for unscreened cables	23
Table 6 – Routine test	27
Table 7 – Sample test	29
Table 8 – Number of samples for sample tests	31
Table 9 – Type tests (electrical) for screened cables	33
Table 10 – Type tests (electrical) for unscreened cables	33
Table 11 – Type tests (non electrical)	35
Table B.1 – Requirements for XLPE sheathing compound	41
Table B.2 – Requirements for PE insulating compound	43

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 62100:2004

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES POUR LES CIRCUITS PRIMAIRES D'ÉCLAIRAGE AÉRONAUTIQUE DANS LE SOL

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La 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.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI 62100, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLES FOR AERONAUTICAL GROUND LIGHTING
PRIMARY CIRCUITS**

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.

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.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC TS 62100, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee TC 20: Electric cables.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
20/693/DTS	20/720/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.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 62100:2004

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

Enquiry draft	Report on voting
20/693/DTS	20/720/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.

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

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

- 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 62100:2004

CÂBLES POUR LES CIRCUITS PRIMAIRES D'ÉCLAIRAGE AÉRONAUTIQUE DANS LE SOL

1 Domaine d'application

La présente spécification technique donne les exigences de fabrication, de dimensions et d'essai pour les câbles monoconducteurs avec ou sans écran installés dans les séries des circuits primaires des réseaux pour l'éclairage et le balisage des aéroports. Elle ne s'applique pas aux câbles primaires avec connecteurs surmoulés.

La présente spécification ne traite pas des performances spéciales des câbles en cas d'incendie. Si de telles performances spéciales (propagation de la flamme, émission de fumées et acidité et/ou corrosivité des fumées) sont prescrites, il convient d'appliquer les Normes internationales pertinentes non citées ici.

Sur demande du client, les câbles peuvent être sujet à des exigences complémentaires qui ne sont pas incluses dans cette spécification. Il convient que tout essai complémentaire ou modification de dimension soit accepté par le fabricant et le client.

La présente spécification prend en compte les conditions particulières des circuits primaires et, autant que possible, est en accord avec les spécifications contenues dans la CEI 60502-2.

NOTE Le TC 97 de la CEI est responsable des normes concernant les équipements aéronautiques généraux d'éclairage dans le sol. Les CEI 61820, 61821, 61822, 61823 et 62143 sont des normes pertinentes accompagnant cette spécification.

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 60092-350:2001, *Installations électriques à bord des navires – Partie 350: Câbles d'énergie pour utilisation à bord des navires – Construction générale et prescriptions d'essai*

CEI 60228:2004, *Âmes des câbles isolés*

CEI 60332-1-1:2004, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-1: Essais de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Appareillage d'essai*

CEI 60502-1:2004, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Partie 1: Câbles de tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) et 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

CEI 60502-2:1997, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

CEI 60811-1-1:1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles optiques – Partie 1-1: Méthodes d'application générale – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CABLES FOR AERONAUTICAL GROUND LIGHTING PRIMARY CIRCUITS

1 Scope

This technical specification gives the construction, dimensions and test requirements of screened or unscreened single core cable to be installed in the primary circuits of series systems for lighting and beaconing of airports. It does not apply to primary cables with connectors moulded to them.

This specification does not consider special performance of cables in case of fire. If such special performance (flame propagation, smoke emission and acidity/corrosivity of fumes) is required, relevant International Standards not mentioned here should be applied.

The cables can, additionally, be subjected to particular requirements not included in this specification, if requested by the customer. Any additional tests or modification of dimensions should be agreed between the manufacturer and the customer.

This specification takes into account the particular conditions of primary circuits and, as far as possible, is in line with the specifications contained in IEC 60502-2.

NOTE IEC TC 97 is responsible for standards concerning general aeronautical ground lighting equipment. IEC 61820, IEC 61821, IEC 61822, IEC 61823 and IEC 62143 are relevant companion standards to this specification.

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 last edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60092-350:2001, *Electrical installations in ships – Part 350: Shipboard power cables – General construction and test requirements*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60332-1-1:2004, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus*

IEC 60502-1:2004, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

IEC 60502-2:1997, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

CEI 60811-1-2:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section Deux: Méthodes de vieillissement thermique*

CEI 60811-1-3:1993, *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 1-3: Application générale – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction*

CEI 60811-1-4:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section Quatre: Essais à basse température*

CEI 60811-2-1:1998, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 2-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères – Essais relatifs à la résistance à l'ozone, à l'allongement à chaud et à la résistance à l'huile*

CEI 61822, *Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aéroports – Régulateurs du courant constant*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivantes s'appliquent en concordance avec la CEI 60502-2.

3.1 Définition des valeurs dimensionnelles (épaisseurs, section de l'âme, etc.)

3.1.1

valeur nominale

valeur par laquelle une quantité est désignée et qui est souvent utilisée dans les tableaux

NOTE Habituellement, dans cette norme, les valeurs nominales sont à l'origine des valeurs devant être vérifiées par des mesures en prenant en compte les tolérances indiquées.

3.1.2

valeur médiane

lorsque plusieurs résultats d'essai ont été obtenus et rangés en ordre croissant (ou décroissant), la valeur médiane est la valeur du milieu si le nombre de valeurs disponibles est impair et la moyenne des deux valeurs du milieu si le nombre est pair

3.2 Définitions concernant les essais

3.2.1

essais individuels

essais réalisés par le fabricant sur chaque longueur de câble fabriqué pour vérifier que chaque longueur respecte les exigences demandées

3.2.2

essais sur prélèvement

essais réalisés périodiquement par le fabricant sur des échantillons de câble fini ou des composants pris sur un câble fini, à une fréquence donnée, pour vérifier que le produit fini respecte les exigences demandées

3.2.3

essais de type

essais réalisés avant la fourniture, dans un cadre commercial quelconque, d'un type de câble couvert par cette spécification, dans le but de démontrer que ses caractéristiques sont satisfaisantes vis-à-vis de l'application souhaitée

IEC 60811-1-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*

IEC 60811-1-3:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 1-3: General application – Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*

IEC 60811-1-4:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four: Test at low temperature*

IEC 60811-2-1:1998, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests*

IEC 61822, *Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes – Constant current regulators*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions, in line with IEC 60502-2, apply.

3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)

3.1.1

nominal value

value by which a quantity is designated and which is often used in tables

NOTE Usually, in this standard, nominal values give rise to values to be checked by measurements taking into account specified tolerances.

3.1.2

median value

when several test results have been obtained and ordered in an increasing (or decreasing) succession, the median value is the middle value if the number of available values is odd, and the mean of the two middle values if the number is even

3.2 Definitions concerning the tests

3.2.1

routine tests

tests made by the manufacturer on each manufactured length of cable to check that each length meets the specified requirements

3.2.2

sample tests

tests made by the manufacturer on samples of completed cable or components taken from a completed cable, at a specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements

3.2.3

type tests

tests made before supplying, on a general commercial basis, a type of cable covered by this specification, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application

NOTE Les essais sont de nature telle que, après qu'ils ont été réalisés, ils n'ont pas besoin d'être répétés, à moins que des modifications qui pourraient changer les caractéristiques des performances, soient faits dans les matériaux, la conception ou le procédé de fabrication.

3.2.4

essais électriques après l'installation

essais réalisés pour démontrer l'intégrité des câbles et accessoires tels qu'ils sont installés.

4 Désignations de la tension et des matériaux

4.1 Tensions assignées

Les tensions assignées des câbles traités dans cette spécification sont de 3 kV et 5 kV (entre conducteur et terre) en accord avec les caractéristiques des circuits primaires des éclairages du domaine aéronautique et les niveaux de tension des régulateurs à courant constant (RCC) donnés dans la CEI 61822.

4.2 Mélanges isolants

Les types de mélange isolant pris en compte par la présente spécification sont donnés dans le Tableau 1 avec leur désignation abrégée.

Tableau 1 – Mélanges isolants

Mélange isolant	Désignation abrégée
a) <i>Thermoplastique:</i> chlorure de polyvinyle polyéthylène	PVC/B* PE
b) <i>Réticulé:</i> caoutchouc d'éthylène-propylène caoutchouc d'éthylène-propylène dur ou à module élevé polyéthylène réticulé	EPR HEPR PR
* Les matériaux et les désignations abrégés sont en accord avec la CEI 60502-2, excepté le PE.	

Les températures maximales de l'âme pour les différents types de mélange isolant couverts par la présente spécification sont données au Tableau 2.

Tableau 2 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges isolants

Mélange isolant	Température maximale du conducteur en service normal °C
Chlorure de polyvinyle (PVC/B)	70
Polyéthylène (PE)	70
Caoutchouc d'éthylène propylène et caoutchouc d'éthylène propylène dur ou à module élevé (EPR, HEPR)	90
Polyéthylène réticulé (PR)	90

NOTE These tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated, unless modifications are made in the cable materials or design or manufacturing process which might change the performance characteristics.

3.2.4

electrical tests after installation

tests made to demonstrate the integrity of the cable and its accessories as installed.

4 Voltage designations and materials

4.1 Rated voltages

The rated voltages of the cables considered in this specification are 3 kV and 5 kV (conductor to earth) in accordance with the characteristics of primary circuits for airfield lighting and the voltage levels of constant current regulators (CCR) given in IEC 61822.

4.2 Insulating compounds

The types of insulating compounds considered by this specification are listed in Table 1 together with their abbreviated designations.

Table 1 – Insulating compounds

Insulating compound	Abbreviated designation
a) <i>Thermoplastic:</i> polyvinyl chloride polyethylene	PVC/B* PE
b) <i>Cross-linked:</i> ethylene propylene rubber high modulus or hard grade ethylene propylene rubber cross-linked polyethylene	EPR HEPR XLPE
* Materials and abbreviated designations are in line with IEC 60502-2, except PE.	

The maximum conductor temperatures for different types of insulating compound covered by this specification are given in Table 2.

Table 2 – Maximum conductor temperatures for different types of insulating compound

Insulating compound	Maximum conductor temperature in normal operation °C
Polyvinyl chloride (PVC/B)	70
Polyethylene (PE)	70
Ethylene propylene rubber and high modulus or hard grade ethylene propylene rubber (EPR, HEPR)	90
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90

4.3 Mélanges pour la gaine

Les types de mélanges pour la gaine pris en compte par la présente spécification sont donnés dans le Tableau 3 avec leur désignation abrégée.

Tableau 3 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges de gaine

Type de mélange de gaine	Désignation abrégée*	Température maximale de l'âme en service normal °C
a) <i>Thermoplastiques:</i>		
chlorure de polyvinyle (PVC)	ST ₁	80
	ST ₂	90
polyéthylène	ST ₃	80
	ST ₇	90
b) <i>Réticulés:</i>		
polychloroprène, polyéthylène chlorosulfoné ou polymères similaires	SE ₁	85
polyéthylène réticulé	PR	90
* Les matériaux et les désignations abrégées sont en accord avec la CEI 60502-2, excepté le PR.		

5 Âmes conductrices

Les âmes doivent être en cuivre étamé ou non, dans la plupart des cas en accord avec les classes 1, 2 ou 5 de la CEI 60228. Les âmes doivent être circulaires et avoir une section nominale minimale de 6 mm².

6 Enveloppe isolante

6.1 Matériau

L'enveloppe isolante doit être un diélectrique extrudé parmi les types présents dans le Tableau 1.

6.2 Épaisseur de l'enveloppe isolante

Les épaisseurs nominales de l'enveloppe isolante sont spécifiées au Tableau 4 pour les câbles avec écran, et au Tableau 5 pour les câbles sans écran¹.

La valeur minimale de l'épaisseur de l'enveloppe isolante mesurée en tout point ne doit pas être inférieure à 90 % de la valeur nominale diminuée de 0,1 mm, c'est à dire: $t_{\min} \geq 0,9 \cdot t_n - 0,1$.

La différence entre l'épaisseur minimale et maximale (incluant les écrans non métalliques) ne doit pas dépasser 0,5 mm.

L'épaisseur de tout séparateur ou écran semi-conducteur autour de l'âme ou au-dessus de l'enveloppe isolante ne doit pas être inclus dans l'épaisseur de l'isolant.

¹ Les valeurs de l'épaisseur de l'enveloppe isolante sont basées sur la CEI 60502-2, adaptées aux niveaux de tension et à la taille des âmes de la présente spécification.

4.3 Sheathing compounds

The types of sheathing compounds covered by this specification are given in Table 3, together with their abbreviated designations.

Table 3 – Maximum conductor temperatures for different types of sheathing compounds

Sheathing compound	Abbreviated designation*	Maximum conductor temperature in normal operation °C
a) <i>Thermoplastic:</i>		
polyvinyl chloride (PVC)	ST ₁	80
	ST ₂	90
polyethylene	ST ₃	80
	ST ₇	90
b) <i>Cross-linked:</i>		
polychloroprene, chlorosulfonated polyethylene or similar polymers	SE ₁	85
cross-linked polyethylene	XLPE	90
* Materials and abbreviated designations are in line with IEC 60502-2, except XLPE.		

5 Conductors

The conductors shall be either of tinned or untinned copper, generally in accordance with class 1, class 2 or class 5 of IEC 60228. The conductors shall be round and have a minimum nominal cross-section of 6 mm².

6 Insulation

6.1 Material

The insulation shall be extruded dielectric of one of the types listed in Table 1.

6.2 Insulation thickness

The nominal insulation thicknesses are specified in Table 4 for screened cables, and in Table 5 for unscreened cables¹.

The smallest measured value for insulation thickness shall not at any point be below 90 % of the nominal value by more than 0,1 mm, i.e. $t_{\min} \geq 0,9 \cdot t_n - 0,1$.

The difference between the minimum and maximum thickness (including non-metallic screens) shall not exceed 0,5 mm.

The thickness of any separator or semi-conducting screen on the conductor or over the insulation shall not be included in the thickness of the insulation.

¹ Values of insulation thickness are based on IEC 60502-2 adjusted for the voltage level and conductor size of this specification.

7 Écran

7.1 Généralités

Les câbles couverts par la présente spécification peuvent comporter ou non un écran. Pour les câbles avec écran, l'écran doit consister en

- un écran sur âme optionnel conformément à 7.2,
- un écran sur enveloppe isolante conformément à 7.3.

7.2 Écran sur âme (en option)

L'écran sur âme doit être non métallique et doit être constitué d'un mélange semi-conducteur extrudé, qui peut être appliqué sur un ruban semi-conducteur. Le mélange semi-conducteur extrudé doit adhérer à l'enveloppe isolante.

Épaisseur minimale en tout point: 0,15 mm.

7.3 Écran sur enveloppe isolante

7.3.1 Généralité

L'écran sur enveloppe isolante doit être constitué d'une couche semi-conductrice non métallique conformément à 7.3.2, combiné avec une couche métallique conformément à 7.3.3.

7.3.2 Écran non métallique sur enveloppe isolante (en option)

La couche non métallique doit être constituée comme suit:

- une couche extrudée directement sur l'enveloppe isolante, compatible avec cette dernière et constituée d'un mélange semi-conducteur soit adhérent soit pelable ayant une épaisseur radiale minimale de 0,3 mm; ou
- une couche de rubans semi-conducteurs rubanés; ou
- une combinaison d'une couche de ruban semi-conducteur avec un vernis semi-conducteur.

7.3.3 Écran isolant métallique sur enveloppe isolante

L'écran métallique doit être constitué d'un des points suivants:

- a) Un ou deux rubans en cuivre (en option le ruban en cuivre peut être remplacé par un ruban en bronze ou en laiton)

Le ruban métallique doit avoir une épaisseur nominale minimale de 0,075 mm et doit être appliqué avec un recouvrement minimal de 20 % de façon à recouvrir complètement le conducteur.

- b) Une couche concentrique de fils en cuivre

La résistance électrique de l'écran fils ne doit pas être supérieure à la valeur donnée dans la CEI 60228 pour la section nominale déclarée. Le diamètre minimum des fils doit être de 0,15 mm.

La section minimale de l'écran doit être de 2,5 mm².

Les fils de l'écran doivent être régulièrement répartis sur la circonférence. La distance moyenne entre fils adjacents ne doit pas dépasser 4 mm. En tout point, la distance entre deux fils adjacents ne doit pas dépasser 8 mm.

7 Screening

7.1 General

Cables covered by this specification may be screened or unscreened. For screened cables, the screen shall consist of

- an optional conductor screen according to 7.2,
- an insulation screen according to 7.3.

7.2 Conductor screen (optional)

The conductor screen shall be non-metallic and shall consist of an extruded semi-conducting compound which may be applied on top of a semi-conducting tape. The extruded semi-conducting compound shall be firmly bonded to the insulation.

Minimum thickness at any point: 0,15 mm.

7.3 Insulation screen

7.3.1 General

The insulation screen shall consist of an optional non-metallic semi-conducting layer according to 7.3.2, in combination with a metallic layer in accordance with 7.3.3.

7.3.2 Non-metallic insulation screen (optional)

The non-metallic layer shall consist of

- a layer extruded directly upon the insulation, compatible with it and consisting of either a bonded or strippable semi-conducting compound having a minimum radial thickness of 0,3 mm, or
- a layer of semi-conducting lapped tape, or
- a combination of semi-conducting lapped tape with a semi-conducting varnish.

7.3.3 Metallic insulation screen

The metallic part shall consist of one of the following:

- a) One or two copper tapes (optionally, copper tape may be replaced by brass or bronze tape)
The metallic tape shall have a nominal thickness of at least of 0,075 mm and shall be applied with a minimum overlap of 20 % that fully covers the core.
- b) A concentric layer of copper wires

The electrical resistance of the wire screen shall not be more than the value given in IEC 60228 for the declared nominal cross-section. The minimum diameter of the wire shall be 0,15 mm.

The minimum cross-section of screen shall be 2,5 mm².

The wires of the screen shall be evenly distributed over the circumference. The mean distance between adjacent wires shall not exceed 4 mm. The distance between two adjacent wires shall not exceed 8 mm, at any point.

c) Un écran sous forme de tresse

La résistance électrique de la tresse ne doit pas être supérieure à la valeur donnée dans la CEI 60228 pour la section nominale déclarée. Le diamètre minimum des fils doit être de 0,2 mm et le facteur de recouvrement doit être de 0,6.

8 Séparateur (en option)

Un matériau non métallique adapté (extrudé ou rubané) peut être appliqué sous la gaine.

9 Gaine

9.1 Généralités

Tout câble comportant un écran métallique doit avoir une gaine. La gaine du câble doit être en option pour les câbles sans écran isolés PR et obligatoire pour toutes les autres constructions. Il est recommandé que la gaine du câble soit identifiable et il peut être demandé qu'elle soit facilement séparable de la couche isolante.

La gaine est normalement de couleur noire, mais une autre couleur peut être fournie après accord entre le fabricant et l'acheteur, en prenant en compte la bonne adaptation du câble aux conditions particulières d'utilisation.

9.2 Matériau

La gaine doit être constituée de l'un des matériaux listés au Tableau 3.

La gaine du câble peut être demandée résistante aux attaques chimiques comme celles rencontrées pendant la pose ou dans les conditions de service et il est recommandé qu'elle ne comporte pas de matériaux dangereux pour l'homme et/ou l'environnement.

9.3 Épaisseur

L'épaisseur nominale de la gaine doit être de 1,4 mm.

La valeur minimale de l'épaisseur de la gaine mesurée en tout point ne doit pas être inférieure à 85 % de la valeur nominale diminuée de 0,1 mm, c'est à dire: $t_{\min} \geq 0,85 \cdot t_n - 0,1$.

10 Exigences de construction

Les câbles doivent satisfaire aux exigences de construction données dans le Tableau 4 pour les câbles avec écran, ou dans le Tableau 5 pour les câbles sans écran.

NOTE Des informations concernant le calcul des dimensions sont données en Annexe D.

c) A braided screen

The electrical resistance of the braided screen shall not be more than the value given in IEC 60228 for the declared nominal cross-section. The minimum diameter of the wire shall be 0,2 mm and the minimum filling factor shall be 0,6.

8 Separator (optional)

A suitable non-metallic material (extruded or taped) may be applied under the sheath

9 Sheath**9.1 General**

All metallic screened cable shall have a sheath. Cable sheath shall be optional for unscreened XLPE insulated cables and mandatory for all other constructions. Cable sheath should be identifiable and may be required to be easily separable from the insulating layer.

The sheath is normally black but a colour other than black may be provided by agreement between the manufacturer and the purchaser, subject to its suitability for the particular conditions under which the cable is to be used.

9.2 Material

The sheath shall consist of one of the materials listed in Table 3.

The cable sheath may be requested to resist chemical attacks likely to be encountered in operating and service conditions, and it should not include materials harmful to humankind and/or the environment.

9.3 Thickness

The nominal sheath thickness shall be 1,4 mm.

The smallest measured value for sheath thickness shall not at any point be below 85 % of the nominal value by more than 0,1 mm, i.e. $t_{\min} \geq 0,85 \cdot t_n - 0,1$.

10 Constructional requirements

Cables shall comply with the constructional requirements given in Table 4 for screened cables, or Table 5 for unscreened cables.

NOTE Information concerning the calculation of dimensions is given in Annex D.

Tableau 4 – Exigences de construction pour les câbles avec écran

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tension assignée	Âme (section 6 mm ²)		Épaisseur de l'enveloppe isolante		Diamètre sur l'enveloppe isolante		Épaisseur de la gaine	Diamètre extérieur			
	Classe	Diamètre mm	Valeur nominale mm		Valeur minimale mm		Valeur nominale mm	Valeur minimale mm		Valeur maximale mm	
			(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)
3 kV	1	2,7	2,3	3,0	7,3	8,7	1,4	10,3	11,7	13,1	14,7
3 kV	2	2,9	2,3	3,0	7,5	8,9	1,4	10,5	11,9	13,3	14,9
3 kV	5	3,0	2,3	3,0	7,6	9,0	1,4	10,6	12,0	13,4	15,1
5 kV	1	2,7	3,4	4,0	9,5	10,7	1,4	12,5	13,7	15,7	17,1
5 kV	2	2,9	3,4	4,0	9,7	10,9	1,4	12,7	13,9	15,9	17,3
5 kV	5	3,0	3,4	4,0	9,8	11,0	1,4	12,8	14,0	16,1	17,4

(1) Isolant réticulé PR , EPR ou HEPR.
(2) Enveloppe isolante thermoplastique PE ou PVC.

Tableau 5 – Exigences de construction pour les câbles sans écran

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tension assignée	Âme (section 6 mm ²)		Épaisseur de l'isolant		Diamètre sur l'isolation		Épaisseur de la gaine	Diamètre extérieur			
	Classe	Diamètre mm	Valeur nominale mm		Valeur minimale mm		Valeur nominale mm	Valeur minimale mm		Valeur maximale mm	
			(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)
3 kV	1	2,7	3,0	4,0	8,7	10,7	1,4	11,5	13,5	13,3	15,7
3 kV	2	2,9	3,0	4,0	8,9	10,9	1,4	11,7	13,7	13,5	15,9
3 kV	5	3,0	3,0	4,0	9,0	11,0	1,4	11,8	13,8	13,6	16,0
5 kV	1	2,7	4,0	5,2	10,7	13,1	1,4	13,5	15,9	15,7	18,4
5 kV	2	2,9	4,0	5,2	10,9	13,3	1,4	13,7	16,1	15,9	18,6
5 kV	5	3,0	4,0	5,2	11,0	13,4	1,4	13,8	16,2	16,0	18,7

(1) Isolant réticulé PR, EPR ou HEPR.
(2) Enveloppe isolante thermoplastique PE ou PVC.

Table 4 – Constructional requirements for screened cables

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rated voltage	Conductor (6 mm ² cross-section)		Insulation thickness		Diameter over insulation		Sheath thickness	Outer diameter			
	Class	Diameter mm	Nominal value mm		Minimum value mm		Nominal value mm	Minimum value mm		Maximum value mm	
			(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)
3 kV	1	2,7	2,3	3,0	7,3	8,7	1,4	10,3	11,7	13,1	14,7
3 kV	2	2,9	2,3	3,0	7,5	8,9	1,4	10,5	11,9	13,3	14,9
3 kV	5	3,0	2,3	3,0	7,6	9,0	1,4	10,6	12,0	13,4	15,1
5 kV	1	2,7	3,4	4,0	9,5	10,7	1,4	12,5	13,7	15,7	17,1
5 kV	2	2,9	3,4	4,0	9,7	10,9	1,4	12,7	13,9	15,9	17,3
5 kV	5	3,0	3,4	4,0	9,8	11,0	1,4	12,8	14,0	16,1	17,4

(1) Cross-linked insulation XLPE, EPR or HEPR.

(2) Thermoplastic insulation PE or PVC.

Table 5 – Constructional requirements for unscreened cables

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rated voltage	Conductor (6 mm ² cross-section)		Insulation thickness		Diameter over insulation		Sheath thickness	Outer diameter			
	Class	Diameter mm	Nominal value mm		Minimum value mm		Nominal value mm	Minimum value mm		Maximum value mm	
			(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)
3 kV	1	2,7	3,0	4,0	8,7	10,7	1,4	11,5	13,5	13,3	15,7
3 kV	2	2,9	3,0	4,0	8,9	10,9	1,4	11,7	13,7	13,5	15,9
3 kV	5	3,0	3,0	4,0	9,0	11,0	1,4	11,8	13,8	13,6	16,0
5 kV	1	2,7	4,0	5,2	10,7	13,1	1,4	13,5	15,9	15,7	18,4
5 kV	2	2,9	4,0	5,2	10,9	13,3	1,4	13,7	16,1	15,9	18,6
5 kV	5	3,0	4,0	5,2	11,0	13,4	1,4	13,8	16,2	16,0	18,7

(1) Cross-linked insulation XLPE, EPR or HEPR.

(2) Thermoplastic insulation PE or PVC.

11 Marquage

11.1 Marquage réglementaire

Les câbles doivent être fournis avec les indications suivantes:

- la tension de service “3kV” ou “5kV”;
- l’identification de leur origine.

Il consiste en un marquage continu de la tension de service et du nom du fabricant ou de sa marque commerciale ou (s’il est protégé légalement) du numéro d’identification par impression, marquage en creux ou en relief sur la surface externe du câble.

11.2 Continuité des marques

Chaque marque spécifiée doit être considérée comme continue si la distance entre la fin d’une marque et le début de la suivante ne dépasse pas 550 mm.

Le schéma ci-dessous montre un exemple du marquage où le mot “ORIGINE” représente les informations réglementaires demandées en 11.1 et “XYZ” les autres marquages additionnels (voir 11.3).

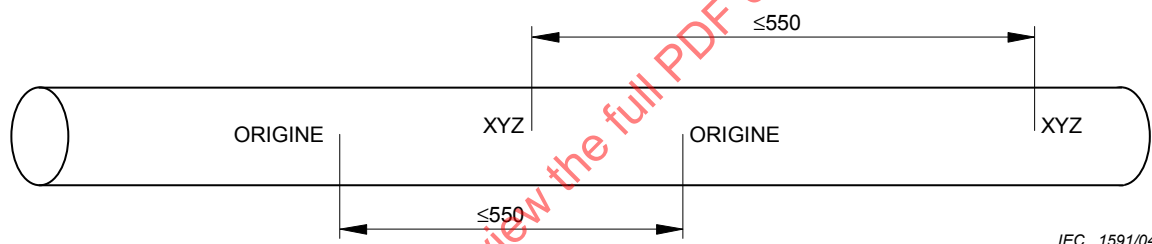


Figure 1 – Exemple du marquage des câbles

11.3 Marquage additionnel

Les câbles peuvent comporter un marquage additionnel comme exigé à la commande:

- le code de désignation éventuel;
- l’indication de l’année de fabrication;
- le marquage métrique;
- la marque de certification d’une tierce partie;
- la référence au numéro de norme.

11.4 Durabilité

Les marquages par impression doivent être durables. La durabilité doit être vérifiée en essayant de retirer un marquage quelconque en frottant légèrement 10 fois à l’aide d’un morceau de coton ou de tissu trempé dans l’eau. Le texte imprimé doit être lisible après l’essai.

11.5 Lisibilité

Tous les marquages doivent être lisibles. Les marquages imprimés doivent être de couleur contrastée.

11 Marking

11.1 Mandatory marking

Cables shall be provided with an indication of

- voltage type “3kV” or “5 kV”,
- identification of origin,

consisting of the continuous marking of voltage type and the manufacturer's name or trademark, or (if legally protected) identification number by printing, indenting or embossing on the outer surface of the cable.

11.2 Continuity of marks

Each specified mark shall be regarded as continuous if the distance between the end of the mark and the beginning of the next identical mark does not exceed 550 mm.

The diagram below shows an example of the marking, where the word “ORIGIN” is for the mandatory information required by 11.1, and “XYZ” is one of any other additional marks (see 11.3).

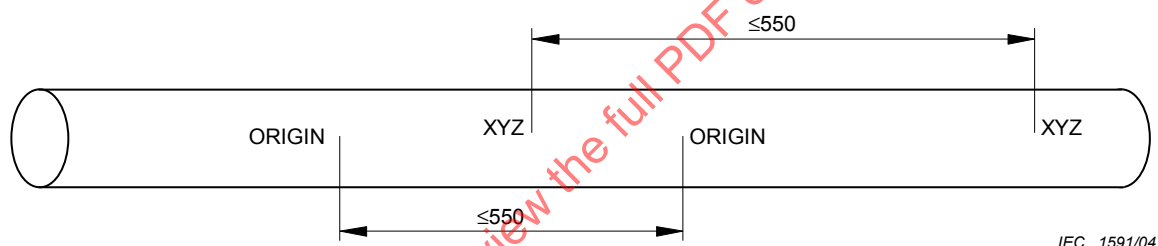


Figure 1 – Example of marking for cables

11.3 Additional marking

Cables may be provided with additional marking as required at the time of ordering:

- code designation, if any;
- Indication of the year of manufacturing;
- metre marking;
- third party certification approval mark;
- reference to standard number.

11.4 Durability

Printed markings shall be durable. Durability shall be checked by trying to remove any marking by rubbing lightly 10 times with a piece of cotton wool or cloth soaked in water. The printed legend shall be legible after carrying out the test.

11.5 Legibility

All markings shall be legible. Printed markings shall be in contrasting colours.

12 Conditions d'essais

12.1 Température ambiante

Sauf spécification contraire précisée dans les modalités de l'essai particulier, les essais doivent être réalisés à la température ambiante de $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

12.2 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle

La fréquence des tensions alternatives d'essai doit être comprise entre 49 Hz et 61 Hz. La forme d'ondes de ces tensions doit être pratiquement sinusoïdale. Les valeurs indiquées sont des valeurs efficaces.

13 Exigences d'essai

La conformité aux exigences des Articles 4 à 11 doit être vérifiée par les essais donnés dans les Articles 14 à 17.

14 Essais de routine

Les essais de routine sont normalement réalisés sur chaque longueur de câble fabriqué (voir 3.2.1). Néanmoins, conformément aux procédures de contrôle qualité acceptées, le nombre de longueurs à essayer peut être réduit ou une autre méthode d'essai peut être utilisée.

Les essais de routine exigés dans la présente spécification sont indiqués au Tableau 6.

Tableau 6 – Essais de routine

1	2	3	4
No	Essai	Exigences	Méthode d'essai décrite
1	Résistance électrique de l'âme	Article 5	CEI 60502-2, 16.2
2	Résistance électrique de l'écran métallique (en cas de fils ou de tresse)	7.3.3	CEI 60502-2, 16.2
3	Essai de tension Tension d'essai: - pour les types 3 kV: tension d'essai 10,5 kV - pour les types 7 kV: tension d'essai 15 kV	Pas de claquage	Câbles avec écran suivant la CEI 60502-2, 16.4 Câbles sans écran suivant la CEI 60502-1, 15.3.2

15 Essais sur prélèvements

15.1 Généralités

Les essais sur prélèvement exigés dans la présente spécification sont donnés dans le Tableau 7.

12 Test conditions

12.1 Ambient temperature

Unless otherwise specified in the details for the particular test, tests shall be made at an ambient temperature of $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

12.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages

The frequency of the alternating test voltages shall be in the range 49 Hz to 61 Hz. The waveform shall be substantially sinusoidal. The values quoted are r.m.s. values.

13 Test requirements

Compliance with the requirements of Clauses 4 to 11 shall be checked by the tests given in Clauses 14 to 17.

14 Routine tests

Routine tests are normally carried out on each manufactured length of cable (see 3.2.1). The number of lengths to be tested may however be reduced or an alternative test method adopted, according to agreed quality control procedures.

The routine tests required by this specification are listed in Table 6.

Table 6 – Routine test

1	2	3	4
No	Test	Requirements	Test method described in
1	Electrical resistance of conductor	Clause 5	IEC 60502-2, 16.2
2	Electrical resistance of metallic screen (in case of wires or braid)	7.3.3	IEC 60502-2, 16.2
3	Voltage test Test voltage: – for type 3 kV: test voltage 10,5 kV – for type 5 kV: test voltage 17,5 kV	No breakdown	Screened cable according to IEC 60502-2, 16.4 Unscreened cable according to IEC 60502-1, 15.3.2

15 Sample tests

15.1 General

The sample tests required by this specification are listed in Table 7.

Tableau 7 – Essais sur prélèvements

N°	Essai	Exigences	Méthode d'essai
1	Constitution de l'âme	Article 5	CEI 60502-2, 17.4 Essai visuel
2	Épaisseur minimale de l'écran sur âme ^a	Paragraphe 7.2	CEI 60502-2, 17.5 (seulement la valeur t_m)
3	Épaisseur de l'enveloppe isolante et diamètre sur l'enveloppe isolante	Paragraphe 6.2	CEI 60502-2, 17.5
4	Ovalisation	Paragraphe 6.2	CEI 60502-2, 17.5
5	Écran non métallique sur l'enveloppe isolante ^a	Paragraphe 7.3.2	Essai visuel et CEI 60502-2, 17.5
6	Écran métallique sur l'enveloppe isolante ^a - rubans - fils - tresse	Paragraphe 7.3.3	CEI 60502-2, 17.7.2 CEI 60502-2, 17.7.1 CEI 60092-350, paragraphe 8.2
7	Épaisseur de la gaine ^b	Paragraphe 9.3	CEI 60502-2, 17.5.3 a)
8	Diamètre extérieur	Tableau 4 ou Tableau 5	CEI 60502-2, 17.8
9	Marquage externe - durabilité	Article 11	Essai visuel
10	Essai d'allongement à chaud: - enveloppe isolante en PR, EPR ou en HEPR - gaine en PR	CEI 60502-2, Tableau 21 Annexe B	CEI 60502-2, 17.10 CEI 60811-2-1, Article 9
11	Essai de décharges partielles ^c Tension d'essai: - type 3 kV: tension d'essai 5 kV - type 7 kV: tension d'essai 9 kV	≤ 10 pC	CEI 60502-2, 18.1.3

^a Si applicable.

^b La valeur moyenne des valeurs mesurées ne doit pas être inférieure à la valeur nominale 1,4 mm.

^c Pour les câbles avec écran et une âme de classe 1 et les câbles ayant un écran non métallique sur l'âme et un écran sur l'enveloppe isolante.

15.2 Fréquence des essais sur prélèvement

15.2.1 Examen de l'âme et contrôle des dimensions

Les essais N° 1, 3, 7 et 8 du Tableau 7 doivent être faits sur une longueur de chaque série de fabrication de même type et de même section nominale de câble, tout en étant limité à 10 % du nombre de longueurs dans chaque contrat.

15.2.2 Essais électrique et physique

Les essais électrique et physique doivent être réalisés sur des échantillons prélevés sur les câbles fabriqués conformément aux procédures de contrôle de la qualité acceptées. En absence d'un tel accord, pour les contrats dont la longueur totale dépasse 4 km, les essais doivent être réalisés sur les bases du Tableau 8.

Table 7 – Sample test

No	Test	Requirements	Test method described in
1	Construction of conductor	Clause 5	IEC 60502-2, 17.4 Visual test
2	Conductor screen minimum thickness ^a	Subclause 7.2	IEC 60502-2, 17.5 (only t_m value)
3	Insulation thickness and diameter over insulation	Subclause 6.2	IEC 60502-2, 17.5
4	Ovality	Subclause 6.2	IEC 60502-2, 17.5
5	Non-metallic insulation screen ^a	Subclause 7.3.2	Visual test and IEC 60502-2, 17.5
6	Metallic insulation screen ^{aa} - tapes - wires - braid	Subclause 7.3.3	IEC 60502-2, 17.7.2 IEC 60502-2, 17.7.1 IEC 60092-350, subclause 8.2
7	Sheath thickness ^b	Subclause 9.3	IEC 60502-2, 17.5.3 a)
8	Overall diameter	Table 4 or Table 5	IEC 60502-2, 17.8
9	External marking – durability	Clause 11	Visual test
10	Hot set test for – XLPE, EPR or HEPR insulation – XLPE sheath	IEC 60502-2, Table 21 Annex B	IEC 60502-2, 17.10 IEC 60811-2-1, Clause 9
11	Partial discharge test ^c Test voltage: - type 3 kV: test voltage 5 kV - type 5 kV: test voltage 9 kV	≤ 10 pC	IEC 60502-2, 18.1.3
^a When applicable. ^b The average of the measured values shall not be less than the nominal value of 1,4 mm. ^c For screened cables requested for cables with class 1 conductor and cables having non-metallic conductor screen and insulation screen.			

15.2 Frequency of sample tests

15.2.1 Conductor examination and check of dimensions

Tests 1, 3, 7 and 8 from Table 7 shall be made on one length from each manufacturing series of the same type and nominal cross-section of cable, but shall be limited to not more than 10 % of the number of lengths in any contract.

15.2.2 Electrical and physical tests

Electrical and physical tests shall be carried out on samples taken from manufactured cables according to agreed quality control procedures. In the absence of such an agreement, for contracts where the total length exceeds 4 km, tests shall be made on the basis of Table 8.

Tableau 8 – Nombre d'échantillons pour les essais de prélèvement

Longueur du câble		Nombre d'échantillons
Au-dessus de km	Jusqu'à et y compris km	
4	40	1
40	80	2
80	120	3
Etc.		Etc.

15.3 Répétition des essais

Si un échantillon ne passe pas un des essais du Tableau 7, deux autres échantillons doivent être prélevés sur le même lot et soumis au(x) même(s) essai(s) auquel(s) le premier échantillon a échoué. Si les deux échantillons complémentaires passent les essais, tous les câbles du lot d'où ils proviennent doivent être considérés comme répondant aux exigences de cette spécification. Si l'un des échantillons ne passe pas, le lot d'où ils proviennent doit être considéré comme ne répondant pas aux exigences.

16 Essais par prélèvement, essais électriques

16.1 Câbles avec écran

Un échantillon de câble complet d'une longueur entre 10 m et 15 m doit subir la liste des essais ci-dessous:

La séquence normale des essais doit être la suivante:

- un essai de pliage (voir Tableau 9);
- un essai de décharge partielle (voir Tableau 9); seulement pour les câbles avec une âme de classe 1 ou les câbles ayant un écran non métallique sur l'âme et un écran non métallique sur l'enveloppe isolante;
- un essai de tension pendant 4 h (voir Tableau 9).

Les essais doivent être réalisés successivement sur le même échantillon.

La mesure de la résistivité des écrans semi-conducteurs (voir Tableau 9) doit être faite sur un échantillon différent.

16.2 Câbles sans écran

Le conducteur de l'échantillon de câble complet d'une longueur entre 10 m et 15 m doit subir, consécutivement, la liste des essais ci-dessous:

- a) mesure de la résistance de l'enveloppe isolante à la température ambiante (voir Tableau 10);
- b) essai de tension pendant 4 h (voir Tableau 10).

Table 8 – Number of samples for sample tests

Cable length		Number of samples
Above km	Up to and including km	
4	40	1
40	80	2
80	120	3
Etc.		Etc.

15.3 Repetition of tests

If any sample fails in any of the tests in Table 7, two further samples shall be taken from the same batch and submitted to the same test, or tests, in which the original sample failed. If both additional samples pass the tests, all the cables in the batch from which they were taken shall be regarded as complying with the requirements of this specification. If either of the additional samples fails, the batch from which they were taken shall be regarded as failing to comply.

16 Type tests, electrical

16.1 Screened cables

A sample of completed cable 10 m to 15 m in length shall be subjected to the tests listed below.

The normal sequence of tests shall be as follows:

- bending test (see Table 9);
- partial discharge test (see Table 9); only cables having class 1 conductor or cables with non-metallic conductor screen and non-metallic insulation screen;
- voltage test for 4 h (see Table 9).

Tests shall be applied successively to the same sample.

Measurement of resistivity of semi-conducting screens (see Table 9) shall be made on a separate sample.

16.2 Unscreened cables

The core of a sample of completed cable 10 m to 15 m in length shall be subjected to the following tests, applied successively:

- a) insulation resistance measurement at ambient temperature (see Table 10);
- b) voltage test for 4 h (see Table 10).

17 Essais par prélèvement, essais non électriques

Le Tableau 11 donne les essais non électriques par prélèvement demandés par la présente spécification.

Tableau 9 – Essais électriques par prélèvement pour les câbles avec écran

N°	Essai	Exigences	Méthode d'essai décrite dans
1	Essai de pliage suivi de l'essai de décharges partielles ^a	≤10 pC	CEI 60502-2, 18.1.4 (rayon de courbure 15 fois le diamètre du câble)
2	Essai de tension pendant 4 h Tension d'essai: - type 3 kV: tension d'essai 12 kV - type 5 kV: tension d'essai 20 kV	Pas de claquage	CEI 60502-2, 18.1.8
3	Résistivité des écrans semi-conducteurs (a) Écran sur âme (b) Écran sur enveloppe isolante - extrudée - rubané	CEI 60502-2, 18.1.9 CEI 60502-2, 18.1.9 Annexe A	CEI 60502-2, 18.1.9 CEI 60502-2, 18.1.9 Annexe A
^a Les essais de décharges partielles s'appliquent seulement aux câbles avec une âme de classe 1 et aux câbles ayant un écran non métallique sur l'âme et un écran sur l'enveloppe isolante.			

Tableau 10 – Essais électriques par prélèvement pour les câbles sans écran

N°	Essai	Exigences	Méthode d'essai
1	Résistance de l'enveloppe isolante Constante Ki à 90 °C (EPR ou HEPR) Constante Ki à 70 °C (PVC/B)	≥3,67 MΩ·km ≥0,37 MΩ·km	CEI 60502-2, 18.2.2
2	Essai de tension pendant 4 h Tension d'essai: type 3 kV: tension d'essai 12,0 kV type 5 kV: tension d'essai 20,0 kV	Pas de claquage	CEI 60502-1, 17.3

17 Type tests, non-electrical

The non-electrical type tests required by this specification are listed in Table 11.

Table 9 – Type tests (electrical) for screened cables

No	Test	Requirements	Test method described in
1	Bending test followed by partial discharge test ^a	≤ 10 pC	IEC 60502-2, 18.1.4 (bending radii 15 times cable diameter)
2	Voltage test for 4 h Test voltage: - type 3 kV: test voltage 12 kV - type 5 kV: test voltage 20 kV	No breakdown	IEC 60502-2, 18.1.8
3	Resistivity of semiconducting screens (a) conductor screen (b) insulation screen - extruded - tape	IEC 60502-2, 18.1.9 IEC 60502-2, 18.1.9 Annex A	IEC 60502-2, 18.1.9 IEC 60502-2, 18.1.9 Annex A
^a Partial discharge test only applies to cables having class 1 conductor or cables with non-metallic conductor screen and insulation screen.			

Table 10 – Type tests (electrical) for unscreened cables

No	Test	Requirements	Test method described in
1	Insulation resistance Constant Ki at 90 °C (EPR or HEPR) Constant Ki at 70 °C (PVC/B)	$\geq 3,67$ M Ω ·km $\geq 0,37$ M Ω ·km	IEC 60502-2, 18.2.2
2	Voltage test for 4 h - Test voltage: type 3 kV: test voltage 12,0 kV type 5 kV: test voltage 20,0 kV	No breakdown	IEC 60502-1, 17.3

Tableau 11 – Essais par prélèvements (essais non électriques)

N°	Essai	Exigences	Méthode d'essai décrite dans
1	Essai sur les mélanges de l'enveloppe isolante		
1.1	PR	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21
1.2	EPR ou HEPR	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21
1.3	PVC/B	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21	CEI 60502-2, Tableaux 17 et 21
1.4	PE	Annexe B	Annexe B
2	Essai sur les mélanges de gainage		
2.1	PVC	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 19	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 19
2.2	PR	Annexe B	Annexe B
2.3	PE	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 20	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 20
2.4	SE ₁	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 22	CEI 60502-2, Tableaux 18 et 22
3	Essai de vieillissement supplémentaire sur échantillons de câble complet	CEI 60502-2, 19.5	CEI 60811-1-2, 8.1.4 à la température de 65 °C ⁽¹⁾
4	Propagation de la flamme pour les câbles sous gaine en PVC (si demandé uniquement)	CEI 60502-2, 19.14	CEI 60332-1-1
5	Essai de pelabilité de l'écran externe non métallique (si demandé uniquement)	CEI 60502-2, 19.21.2	CEI 60502-2, 19.21.1

^a Température supportée par l'âme 55 °C + 10 °C.

18 Essais électriques après installation

Il est recommandé que les essais électriques sur les câbles après installation (le cas échéant) soient acceptés par le fabricant et le client en raison des caractéristiques du réseau des circuits série dans lesquels le câble est utilisé.

Table 11 – Type tests (non electrical)

No	Test	Requirements	Test method described in
1	Test on insulating compounds		
1.1	XLPE	IEC 60502-2, Tables 17 and 21	IEC 60502-2, Tables 17 and 21
1.2	EPR or HEPR	IEC 60502-2, Tables 17 and 21	IEC 60502-2, Tables 17 and 21
1.3	PVC/B	IEC 60502-2, Tables 17 and 21	IEC 60502-2, Tables 17 and 21
1.4	PE	Annex B	Annex B
2	Test on sheathing compounds		
2.1	PVC	IEC 60502-2, Tables 18 and 19	IEC 60502-2, Tables 18 and 19
2.2	XLPE	Annex B	Annex B
2.3	PE	IEC 60502-2, Tables 18 and 20	IEC 60502-2, Tables 18 and 20
2.4	SE ₁	IEC 60502-2, Tables 18 and 22	IEC 60502-2, Tables 18 and 22
3	Additional ageing test on pieces of completed cable	IEC 60502-2, 19.5	IEC 60811-1-2, 8.1.4 at a temperature of 65 °C ^a
4	Flame propagation for PVC sheathed cables (only when required)	IEC 60502-2, 19.14	IEC 60332-1-1
5	Strippability test for non-metallic insulation screen (only when required)	IEC 60502-2, 19.21.2	IEC 60502-2, 19.21.1
^a Maximum assumed conductor temperature 55 °C + 10 °C.			

18 Electrical tests after installation

Due to the circuit series characteristics system where the cable is used, the electrical tests on cables after installation (if any) should be agreed by the manufacturer and the customer.

Annexe A (normative)

Méthode de mesure de la résistivité des écrans semi-conducteurs rubanés

A.1 Procédure

Matériel: Réaliser cet essai sur un échantillon neuf de ruban semi-conducteur.

Méthode: Pincer une longueur de ruban entre les électrodes (voir Figure A.1), assurez-vous que le ruban est connecté avec un angle droit aux électrodes avec juste suffisamment de traction pour éviter une flèche sur le ruban. Ajuster la tension continue de l'alimentation jusqu'à lire environ 1 mA sur l'ampèremètre et noter la tension indiquée sur le voltmètre.

Mesurer à l'aide d'une échelle graduée la largeur et la longueur du ruban entre les électrodes.

Calculs: Calculer la résistivité de la surface ρ (ohm par mm/mm) du ruban semi-conducteur à partir de l'équation suivante:

$$\rho = \frac{V}{10^3 I} \times \frac{w}{L}$$

où

- V est la tension relevée (en V);
- I est le courant relevé (en mA);
- w est la largeur du ruban, mesurée (en mm);
- L et la longueur du ruban mesurée (en mm).

A.2 Exigences

La résistivité du ruban semi-conducteur ne doit pas dépasser 100 000 Ω par mm/mm.

Annex A (normative)

Method of measuring resistivity of taped semi-conducting screens

A.1 Procedure

Material: Perform this test on a clean unused sample of semi-conducting tape.

Method: Clamp a length of tape between the electrodes (see Figure A.1), ensuring that the tape is connected at right angles to the electrodes with just enough tension to prevent a sag in the tape. Adjust the d.c. power supply to produce a reading of approximately 1 mA on the ammeter and note the voltage indicated on the voltmeter.

Using a graduated scale, measure the width of the tape and its length between the voltage electrodes.

Calculation: Calculate the surface resistivity ρ (ohms per mm/mm) of the semi-conducting tape from the following equation:

$$\rho = \frac{V}{10^3 I} \times \frac{w}{L}$$

where

V is the indicated voltage, (in V);

I is the indicated current, (in mA);

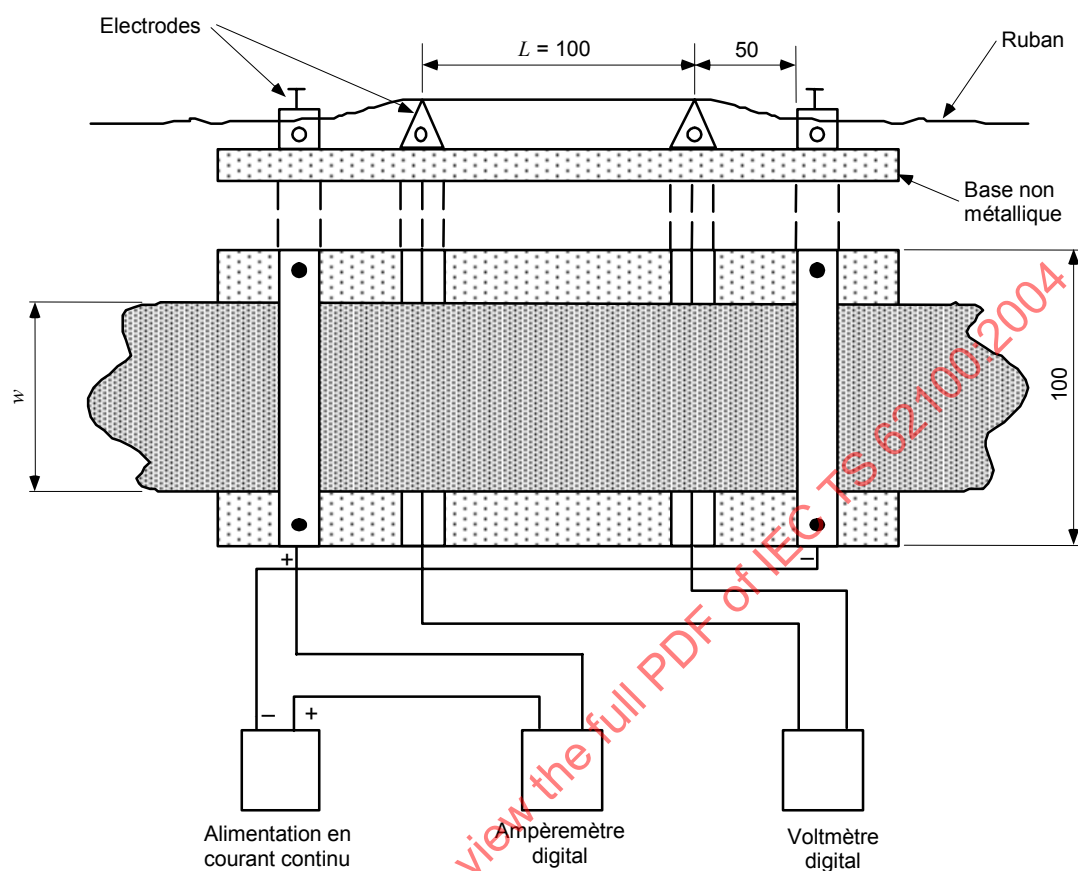
w is the measured width of tape, (in mm);

L is the measured length of tape, (in mm).

A.2 Requirements

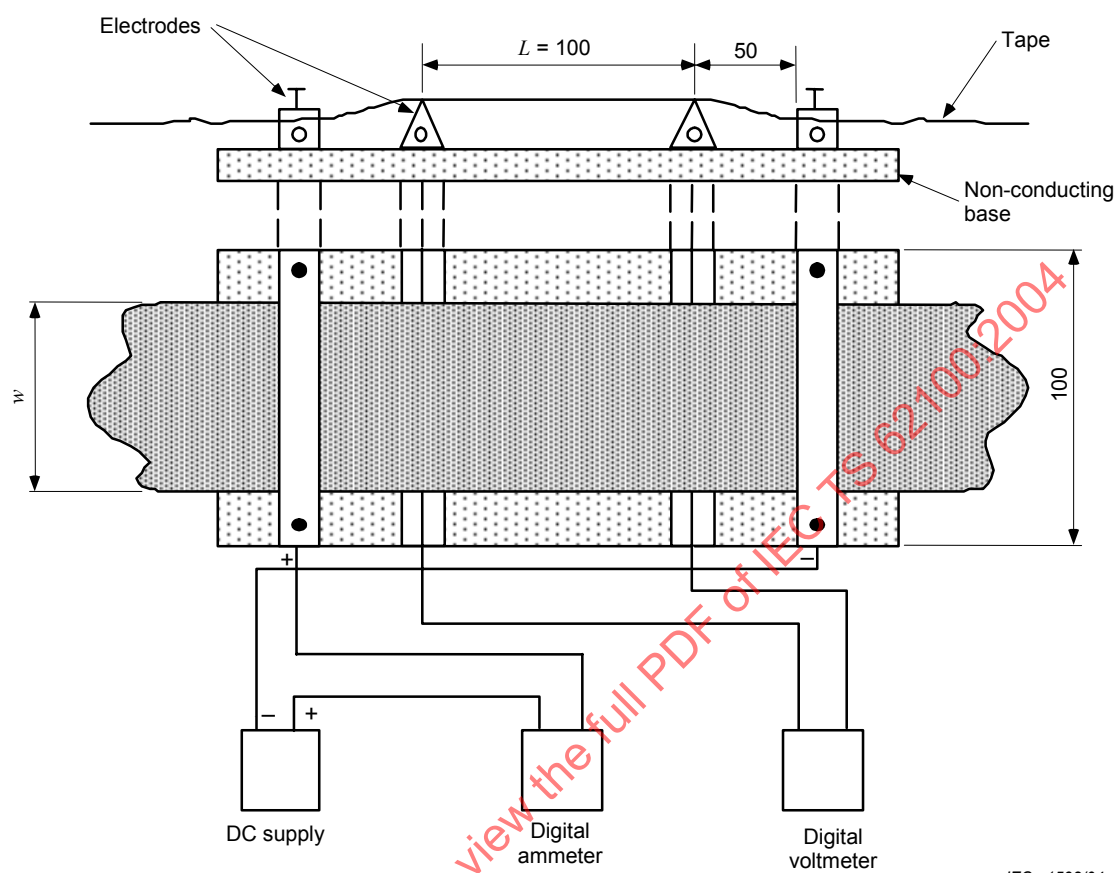
The resistivity of the semi-conducting tape shall not exceed 100 000 Ω per mm/mm

Dimensions en millimètres



IEC 1592/04

Figure A.1 – Méthode de mesure de la résistivité de la surface d'un ruban semi-conducteur

Dimensions in millimetres

IEC 1592/04

Figure A.1 – Method of measuring the surface resistivity of semi-conducting tape

Annexe B (normative)

Exigences pour les mélanges de gainage et d'enveloppe isolante

La présente annexe précise les exigences pour les mélanges de gainage et d'isolation non couverts par la CEI 60502-2.

Tableau B.1 – Exigences pour le mélange de gainage PR

Réf N°	Essai	Unité	Méthode d'essai décrite dans la CEI 60811		Type de mélange
			Partie	Article	PR
1	Propriétés mécaniques				
1.1	Propriétés en l'état de livraison		1-1	9.2	
1.1.1	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: - médiane, min.	MPa			14,5
1.1.2	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: - médiane, min.	%			200
1.2	Propriétés après vieillissement dans une étuve à air		1-2	8.1.3	
1.2.1	Conditions de vieillissement: - température	°C			150 ± 2
	- durée du traitement	h			10 x 24
1.2.2	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: - médiane, min.	MPa			-
	- variation ^a , max.	%			± 25
1.2.3	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: - médiane, min.	%			-
	- variation ^a , max.	%			± 25
2	Essai d'allongement à chaud		2-1	9	
2.1	Conditions du traitement: - température	°C			200 ± 3
	- durée sous charge	min			15
	- contrainte mécanique	N/mm ²			0,2
2.2	Exigences d'essai - allongement maximal sous charge	%			175
	- allongement maximal sans charge	%			15
3	Essai de rétraction		1-3	10	
3.1	Conditions du traitement: - température	°C			100 ± 2
	- durée	h			1
3.2	Exigence d'essai: - rétraction, max.	%			4

^a Variation: différence entre la valeur médiane après vieillissement et la valeur médiane en l'état de livraison, exprimée en pourcentage.

Annex B (normative)

Requirements for sheathing and insulating compounds

This annex provides the requirements for insulating and sheathing compounds not covered by IEC 60502-2.

Table B.1 – Requirements for XLPE sheathing compound

Ref No	Test	Unit	Test method described in IEC 60811		Type of compound
			Part	Clause	XLPE
1	Mechanical properties				
1.1	Properties before ageing		1-1	9.2	
1.1.1	Values to be obtained for the tensile strength: - median, min.	MPa			14,5
1.1.2	Values to be obtained for the elongation at break: - median, min.	%			200
1.2	Properties after ageing in air oven		1-2	8.1.3	
1.2.1	Ageing conditions: - temperature - duration of treatment	°C h			150 ± 2 10 x 24
1.2.2	Value to be obtained for the tensile strength: - median, min. - variation ^a , max.	MPa %			- ± 25
1.2.3	Values to be obtained for the elongation at break: - median, min. - variation ^a , max.	% %			- ± 25
2	Hot set test		2-1	9	
2.1	Conditions of treatment: - temperature - time under load - mechanical stress	°C min N/mm ²			200 ± 3 15 0,2
2.2	Test requirements - maximum elongation under load - maximum permanent elongation after cooling	% %			175 15
3	Shrinkage test		1-3	10	
3.1	Conditions of treatment: - temperature - duration	°C h			100 ± 2 1
3.2	Test requirements: - shrinkage, max.	%			4

^a Variation: difference between the median value after ageing and the median value without ageing, expressed as a percentage.