

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60702-1

Troisième édition
Third edition
2002-02

**Câbles à isolant minéral et leurs terminaisons
de tension assignée ne dépassant pas 750 V –**

**Partie 1:
Câbles**

**Mineral insulated cables and their terminations
with a rated voltage not exceeding 750 V –**

**Part 1:
Cables**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60702-1:2002

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/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) 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/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) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60702-1

Troisième édition
Third edition
2002-02

**Câbles à isolant minéral et leurs terminaisons
de tension assignée ne dépassant pas 750 V –**

**Partie 1:
Câbles**

**Mineral insulated cables and their terminations
with a rated voltage not exceeding 750 V –**

**Part 1:
Cables**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Désignations des tensions	10
4.1 Câble 500 V (type pour service normal)	10
4.2 Câble 750 V (type pour service intensif)	10
5 Ames conductrices	12
6 Isolant	12
6.1 Composition	12
6.2 Epaisseur	12
7 Gaine métallique	12
7.1 Matériau	12
7.2 Epaisseur de la gaine	12
7.3 Diamètre de la gaine et ovalisation	12
8 Revêtement externe facultatif	12
8.1 Généralités	12
8.2 Matériau	14
8.3 Revêtement sans halogène	14
8.4 Epaisseur du revêtement	14
9 Marquage	14
10 Généralités sur les essais	16
11 Essais individuels	16
11.1 Généralités	16
11.2 Résistance des âmes conductrices	16
11.3 Résistance d'isolement	18
11.4 Maintien des caractéristiques de l'isolant et de la gaine en cuivre	18
11.5 Essai diélectrique au défilement à sec sur le revêtement externe	18
11.6 Diamètre et ovalisation sur la gaine en cuivre	20
12 Essais sur prélèvement	20
12.1 Généralités	20
12.2 Essai de tension	20
12.3 Epaisseur du revêtement externe	22
12.4 Non-propagation de la flamme	22
12.5 Emission de gaz acides et corrosifs	22
12.6 Emission de fumées	22
13 Essais de type	24
13.1 Généralités	24
13.2 Essai de tension sur câble complet	24
13.3 Résistance de la gaine en cuivre	24
13.4 Epaisseur de l'isolant	24
13.5 Epaisseur de la gaine en cuivre	26

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Voltage designations	11
4.1 500 V cable (light duty grade)	11
4.2 750 V cable (heavy duty grade)	11
5 Conductors	13
6 Insulation	13
6.1 Composition	13
6.2 Thickness	13
7 Metallic sheath	13
7.1 Material	13
7.2 Sheath thickness	13
7.3 Sheath diameter and ovality	13
8 Optional outer covering	13
8.1 General	13
8.2 Material	15
8.3 Halogen-free covering	15
8.4 Thickness of covering	15
9 Marking	15
10 General notes on tests	17
11 Routine tests	17
11.1 General	17
11.2 Conductor resistance	17
11.3 Insulation resistance	19
11.4 Integrity of insulation and copper sheath	19
11.5 Spark test on outer covering	19
11.6 Diameter and ovality over copper sheath	21
12 Sample tests	21
12.1 General	21
12.2 Voltage test	21
12.3 Thickness of outer covering	23
12.4 Flame retardance	23
12.5 Emission of acidic and corrosive gases	23
12.6 Smoke emission	23
13 Type tests	25
13.1 General	25
13.2 Voltage test on completed cable	25
13.3 Resistance of copper sheath	25
13.4 Thickness of insulation	25
13.5 Thickness of copper sheath	27

13.6	Essai de pliage.....	26
13.7	Essai d'aplatissement.....	34
13.8	Résistance au feu.....	36
14	Câble à isolant minéral de 500 V (service normal).....	36
14.1	Désignation.....	36
14.2	Tension assignée.....	36
14.3	Construction.....	36
14.4	Dimensions.....	36
14.5	Prescriptions.....	38
15	Câbles à isolant minéral de 750 V (service intensif).....	38
15.1	Désignation.....	38
15.2	Tension assignée.....	38
15.3	Construction.....	40
15.4	Dimensions.....	40
15.5	Prescriptions.....	44

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60702-1:2002

13.6	Bending test	27
13.7	Flattening test	35
13.8	Fire resistance	37
14	500 V mineral insulated cable (light duty grade)	37
14.1	Code designation	37
14.2	Rated voltage	37
14.3	Construction	37
14.4	Dimensions	37
14.5	Requirements	39
15	750 V mineral insulated cable (heavy duty grade)	39
15.1	Code designation	39
15.2	Rated voltage	39
15.3	Construction	41
15.4	Dimensions	41
15.5	Requirements	45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60702-1:2002

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À ISOLANT MINÉRAL ET LEURS TERMINAISONS DE TENSION ASSIGNÉE NE DÉPASSANT PAS 750 V –

Partie 1: Câbles

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 Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60702-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette troisième édition de la CEI 60702-1 annule et remplace la deuxième édition publiée en 1988 et son amendement 1 publié en 1992, et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/490/FDIS	20/510/RVD

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

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 2012. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MINERAL INSULATED CABLES AND THEIR TERMINATIONS
WITH A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 750 V –****Part 1: Cables**

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 International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60702-1 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition of IEC 60702-1 cancels and replaces the second edition of IEC 60702-1 published in 1988 and its amendment 1 published in 1992, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
20/490/FDIS	20/510/RVD

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

This 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 2012. At this date, the publication will be

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

CÂBLES À ISOLANT MINÉRAL ET LEURS TERMINAISONS DE TENSION ASSIGNÉE NE DÉPASSANT PAS 750 V –

Partie 1: Câbles

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux câbles à isolant minéral pour usage général, ayant une gaine en cuivre ou en alliage de cuivre et des âmes conductrices en cuivre, de tensions assignées 500 V et 750 V. Elle précise les dispositions qui s'appliquent au revêtement externe en matériau extrudé résistant à la corrosion recouvrant la gaine en cuivre, lorsque cela est exigé. Ce revêtement externe n'est pas destiné à assurer l'isolation électrique de la gaine métallique.

Les exigences pour les terminaisons à utiliser avec ces câbles sont spécifiées dans la CEI 60702-2.

L'objet de la présente norme est de déterminer les règles auxquelles doivent répondre les câbles à isolant minéral afin qu'ils soient sûrs et fiables lorsqu'ils sont correctement utilisés, de fixer dans ce but leurs caractéristiques et les prescriptions relatives à leur fabrication, et de préciser les méthodes pour la vérification de la conformité à ces prescriptions.

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 60227-1:1993, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60228:1978, *Âmes des câbles isolés*

CEI 60331-21:1999, *Essais de câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits – Partie 21: Procédures et prescriptions – Câbles de tension assignée jusque et y compris 0,6/1,0 kV*

CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essais sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 60702-2:2002, *Câbles à isolant minéral et leurs terminaisons de tension assignée ne dépassant pas 750 V – Partie 2: Terminaisons*

CEI 60754-2:1991, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 2: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesurage du pH et de la conductivité*

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

MINERAL INSULATED CABLES AND THEIR TERMINATIONS WITH A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 750 V –

Part 1: Cables

1 Scope

This standard applies to mineral insulated general wiring cables with copper or copper alloy sheath and copper conductors and with rated voltages of 500 V and 750 V. Provision is made for a corrosion-resistant extruded outer covering over the copper sheath, when required. This outer covering is not specified for the purpose of electrical insulation of the metal sheath.

Requirements for terminations for use with these cables are specified in IEC 60702-2.

The purpose of this standard is to specify mineral insulated cables that are safe and reliable when properly used, to state the manufacturing requirements and characteristics to achieve this, and to specify methods for checking conformity with those requirements.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60227-1:1993, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60331-21:1999, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 21: Procedures and requirements – Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60702-2:2002, *Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 2: Terminations*

IEC 60754-2:1991, *Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity*

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

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

CEI 60811-3-1:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 3: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Section 1: Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*

CEI 61034-2:1997, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et prescriptions*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60702, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

valeur nominale

valeur par laquelle on désigne une grandeur et qui est fréquemment utilisée dans les tableaux. De manière générale, dans la présente norme, les valeurs nominales donnent des valeurs qui doivent être vérifiées par des mesures en tenant compte de tolérances spécifiées

3.2

essais individuels (symbole R)

essais réalisés par le fabricant sur chaque longueur de câble fabriquée pour vérifier que l'ensemble de chaque longueur satisfait aux prescriptions spécifiées

3.3

essais sur prélèvement (symbole S)

essais réalisés par le fabricant sur des échantillons de câbles complets ou des éléments provenant d'un câble complet, à une fréquence prévue, de manière à vérifier que le produit fini satisfait aux exigences spécifiées

3.4

essais de type (symbole T)

essais réalisés avant la mise sur le marché, sur une base commerciale générale, d'un type de câble couvert par la présente norme pour démontrer que les caractéristiques de performances sont satisfaisantes pour répondre à l'application prévue. Ces essais sont tels qu'après leur réalisation il n'est pas nécessaire de les répéter, à moins que des modifications aient été effectuées sur les matériaux du câble, la conception ou le procédé de fabrication pouvant modifier les caractéristiques de performances

4 Désignations des tensions

Les tensions assignées des câbles traités dans la présente norme sont les suivantes.

4.1 Câble 500 V (type pour service normal)

Pour utilisation lorsque la tension entre âmes conductrices et gaine et entre âmes conductrices ne dépasse pas 500 V en valeur efficace ou 500 V en courant continu.

4.2 Câble 750 V (type pour service intensif)

Pour utilisation lorsque la tension entre âmes conductrices et gaine et entre âmes conductrices ne dépasse pas 750 V en valeur efficace ou 750 V en courant continu.

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

IEC 60811-3-1:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Section 1: Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*

IEC 61034-2:1997, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60702, the following definitions apply.

3.1

nominal value

value by which a quantity is designated and which is often used in tables. Usually, in this standard, nominal values give rise to values to be checked by measurements, taking into account specified tolerances

3.2

routine tests (symbol R)

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

3.3

sample tests (symbol S)

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

3.4

type tests (symbol T)

tests made before supplying, on a general commercial basis, a type of cable covered by this standard, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application. These tests are such that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in the cable material, design or manufacturing process which might change the performance characteristics

4 Voltage designations

The rated voltages of the cables considered in this standard are as follows.

4.1 500 V cable (light duty grade)

For use where the voltage between conductors and sheath and between conductors does not exceed 500 V r.m.s. or 500 V d.c.

4.2 750 V cable (heavy duty grade)

For use where the voltage between conductors and sheath and between conductors does not exceed 750 V r.m.s. or 750 V d.c.

5 Ames conductrices

Les âmes conductrices doivent être en cuivre recuit nu et de section approximativement circulaire. Elles doivent être conformes aux prescriptions données dans la CEI 60228 pour les âmes de classe 1.

La vérification est effectuée par examen et en mesurant sur chaque couronne complète de câble en l'état de livraison la résistance de chaque âme conductrice et la longueur du câble. La résistance mesurée doit être corrigée à 20 °C et pour une longueur de 1 km, conformément à 11.2.

6 Isolant

6.1 Composition

L'isolant est constitué par une poudre d'un ou de plusieurs minéraux, comprimée pour former une masse compacte. Les caractéristiques électriques de l'isolant doivent être telles que le câble terminé satisfasse aux essais prescrits par la présente norme.

6.2 Epaisseur

L'épaisseur nominale de l'isolant entre les âmes conductrices et entre chaque âme conductrice et la gaine doit être conforme aux valeurs des tableaux 7 et 10.

Lorsqu'on réalise les mesures conformément à 13.4, l'épaisseur minimale ne doit pas être inférieure à 80 % de la valeur nominale moins 0,1 mm.

7 Gaine métallique

7.1 Matériau

La gaine doit être en cuivre recuit nu ou en alliage de cuivre. La résistance de la gaine, mesurée et corrigée à 20 °C conformément à 13.3, doit être conforme aux valeurs des tableaux 9 et 12.

7.2 Epaisseur de la gaine

L'épaisseur moyenne de la gaine ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée aux tableaux 8 et 11. L'épaisseur en un point peut cependant être inférieure à la valeur nominale, dans la mesure où la différence ne dépasse pas 10 % de la valeur nominale.

La vérification est effectuée par l'essai de 13.5.

7.3 Diamètre de la gaine et ovalisation

Les mesures du diamètre, lorsqu'elles sont réalisées conformément à 11.6, doivent être égales à $\pm 0,05$ mm près à la valeur spécifiée aux tableaux 7 et 10.

8 Revêtement externe facultatif

8.1 Généralités

Lorsque cela est jugé nécessaire en raison d'environnements corrosifs, d'identification du câble ou d'un critère esthétique, un revêtement externe extrudé peut être utilisé. La mise en œuvre doit être réalisée de telle manière que le câble soit conforme à l'essai diélectrique au défilement à sec spécifié en 11.5 et à l'essai de non-propagation de la flamme spécifié en 12.4.

5 Conductors

Conductors shall consist of plain annealed copper and shall be of approximately circular cross-section. They shall comply with the requirements given in IEC 60228 for class 1 conductors.

Compliance shall be checked by inspection and by measuring the resistance of each conductor of each complete coil of completed cable and measuring the length of the cable. The measured resistance shall be corrected to 20 °C and to a length of 1 km, in accordance with 11.2.

6 Insulation

6.1 Composition

The insulation shall consist of compressed powdered mineral or minerals which shall form a compact body. The electrical properties of the insulation shall be such that the completed cable shall meet the test requirements of this standard.

6.2 Thickness

The nominal thickness of insulation between conductors and between each conductor and the sheath shall be as given in tables 7 and 10.

When measured in accordance with 13.4, the minimum thickness shall be not less than 80 % of the nominal value minus 0,1 mm.

7 Metallic sheath

7.1 Material

The sheath shall be of plain annealed copper or copper alloy. The resistance of the sheath, measured and corrected to 20 °C in accordance with 13.3, shall comply with the values in tables 9 and 12.

7.2 Sheath thickness

The mean thickness of the sheath shall be not less than the nominal thickness specified in tables 8 and 11. The thickness at any point may, however, be less than the nominal value, provided that the difference does not exceed 10 % of the nominal value.

Compliance shall be checked by the test in 13.5.

7.3 Sheath diameter and ovality

When measured in accordance with 11.6, the diameter measurements shall be within $\pm 0,05$ mm of the value specified in tables 7 and 10.

8 Optional outer covering

8.1 General

Where deemed necessary because of corrosive environments, cable identification or aesthetic appeal, an extruded outer covering may be applied. Application shall be such that the cable complies with the spark test specified in 11.5 and with the flame retardance test specified in 12.4.

Ce revêtement peut être de n'importe quelle couleur appropriée pour le pays d'utilisation. Le matériau doit satisfaire aux prescriptions de 8.2 et 8.3, le cas échéant.

NOTE Après accord entre le fabricant et l'acheteur, il est admis d'appliquer des revêtements externes avec d'autres matériaux et d'autres épaisseurs.

8.2 Matériau

Le matériau du revêtement externe doit être conforme aux prescriptions suivantes.

8.2.1 Choc à basse température

Lorsque des échantillons de câble avec revêtement externe sont essayés conformément à 8.5 de la CEI 60811-1-4, à une température de $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$, ils ne doivent pas se craqueler.

8.2.2 Essai de choc thermique

Lorsque des échantillons de câble avec revêtement externe sont essayés conformément à 9.2 de la CEI 60811-3-1, à une température de $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$, ils ne doivent pas se craqueler.

8.3 Revêtement sans halogène

Le revêtement sans halogènes doit satisfaire aux prescriptions données en 8.2 et être tels que le câble complet satisfasse aux essais de performance au feu de 12.4, 12.5 et 12.6.

8.4 Epaisseur du revêtement

Lorsque la mesure est réalisée conformément à 12.3, la valeur moyenne de l'épaisseur du revêtement externe ne doit pas être inférieure à la valeur nominale donnée au tableau 1. L'épaisseur en un point peut cependant être inférieure à la valeur nominale, sous réserve que la différence ne dépasse pas $0,1 \text{ mm} + 15\%$ de la valeur nominale spécifiée.

Tableau 1 – Epaisseur du revêtement

Diamètre sur gaine en cuivre ¹⁾ mm		Epaisseur nominale du revêtement mm
Supérieur à	Inférieur ou égal à	
	7	0,65
7	15	0,75
15	20	1,00
20	–	1,25

¹⁾ Comme indiqué aux tableaux 7 et 10.

9 Marquage

Tous les câbles doivent porter un marquage avec la tension assignée et un moyen d'identification du fabricant. Le marquage doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60227-1 à l'exception des câbles sans revêtement externe, pour lesquels les informations peuvent être portées sur une étiquette attachée à chaque longueur de câble.

The covering may be of any colour appropriate for the country of use. The material shall meet the requirements of 8.2 and 8.3, as appropriate.

NOTE By agreement between the manufacturer and purchaser, outer coverings of alternative materials and thicknesses may be applied.

8.2 Material

The material of the outer covering shall comply with the following requirements.

8.2.1 Low temperature impact

When samples of cable with outer covering are tested in accordance with 8.5 of IEC 60811-1-4, at a temperature of $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the samples shall not crack.

8.2.2 Heat shock test

When samples of cable with outer covering are tested in accordance with 9.2 of IEC 60811-3-1, at a temperature of $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$, the samples shall not crack.

8.3 Halogen-free covering

Halogen-free covering shall meet the requirements given in 8.2, and be such that the completed cable will meet the fire performance tests of 12.4, 12.5 and 12.6.

8.4 Thickness of covering

When measured in accordance with 12.3, the mean value of the thickness of the outer covering shall be not less than the nominal value given in table 1. The thickness at any point may, however, be less than the nominal value, provided that the difference does not exceed $0,1 \text{ mm} + 15 \%$ of the specified nominal value.

Table 1 – Thickness of covering

Diameter over copper sheath ¹⁾ mm		Nominal thickness of covering mm
Above	Up to and including	
–	7	0,65
7	15	0,75
15	20	1,00
20	–	1,25

¹⁾ As given in tables 7 and 10.

9 Marking

Every cable shall be identified with the rated voltage and a means of identifying the manufacturer. Marking shall comply with the requirements of IEC 60227-1 except that, for cables without an outer covering, the information may be marked on a label attached to each length of cable.

Tableau 2 – Liste des essais

Essai	Article	Catégorie ¹⁾
Résistance des âmes	5	R
Isolant:		
Résistance de l'isolant	11.3	R
Epaisseur	13.4	T
Gaine en cuivre:		
Résistance de la gaine	13.3	T
Epaisseur	13.5	T
Maintien des caractéristiques de la gaine	11.4	R
Diamètre et ovalisation	11.6	R
Revêtement externe:		
Propriétés des matériaux	8.2	S
Epaisseur	12.3	S
Essai diélectrique au défilement à sec	11.5	R
Gaz acides et corrosifs	12.5	S
Essai de tension (1 min)	12.2	S
Essai de tension (15 min)	13.2	T
Essai de pliage	13.6	T
Essai d'aplatissement	13.7	T
Essai de non-propagation de la flamme	12.4	S
Essai d'émission de fumées	12.6	S
Essai de résistance au feu	13.8	T
1) R = essai individuel de série; S = essai de prélèvement; T = essai de type		

10 Généralités sur les essais

Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante de $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

Sauf spécification contraire, les essais de tension doivent être effectués en courant alternatif de 49 Hz à 61 Hz de forme sensiblement sinusoïdale, le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace étant égal à $\sqrt{2}$ avec une tolérance de $\pm 7\%$ ou en courant continu à 1,5 fois la valeur efficace.

11 Essais individuels

11.1 Généralités

Les essais individuels sont identifiés au tableau 2 par le symbole R, comme défini en 3.2.

11.2 Résistance des âmes conductrices

La résistance en courant continu de chaque âme conductrice doit être conforme à la CEI 60228 lorsqu'elle est mesurée et corrigée à $20 ^\circ\text{C}$ conformément à cette norme.

Table 2 – Schedule of tests

Test	Clause	Category ¹⁾
Conductor resistance	5	R
Insulation:		
Insulation resistance	11.3	R
Thickness	13.4	T
Copper sheath:		
Sheath resistance	13.3	T
Thickness	13.5	T
Integrity of sheath	11.4	R
Diameter and ovality	11.6	R
Outer covering:		
Material properties	8.2	S
Thickness	12.3	S
Spark test	11.5	R
Acidic and corrosive gases	12.5	S
Voltage test (1 min)	12.2	S
Voltage test (15 min)	13.2	T
Bending test	13.6	T
Flattening test	13.7	T
Flame retardance test	12.4	S
Smoke emission test	12.6	S
Fire resistance test	13.8	T
1) R = routine test; S = sample test; T = type test		

10 General notes on tests

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

Unless otherwise specified, the test voltages shall be either a.c. 49 Hz to 61 Hz of approximately sine-wave form, the ratio peak value/r.m.s. being equal to $\sqrt{2}$ with a tolerance of $\pm 7\%$, or d.c. at 1,5 times the r.m.s. value.

11 Routine tests

11.1 General

Routine tests are identified in table 2 by the symbol R, as defined in 3.2.

11.2 Conductor resistance

The d.c. resistance of each conductor shall comply with IEC 60228 when measured and corrected to $20 ^\circ\text{C}$ in accordance with that standard.

11.3 Résistance d'isolement

Chaque couronne complète de câble en l'état de livraison, préalablement à l'application d'un quelconque revêtement externe, doit être immergée totalement pendant au moins 1 h dans de l'eau à une température de $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Dans les 8 h qui suivent le retrait du câble de l'eau, les extrémités du câble doivent être dépouillées afin d'exposer les âmes conductrices, puis être provisoirement obturées.

Une tension continue d'une valeur au moins égale à 80 V mais qui ne dépasse pas la tension de crête correspondant à la valeur efficace appropriée spécifiée en 11.4 doit être appliquée entre les âmes conductrices et entre les âmes conductrices et la gaine en cuivre. La résistance d'isolement doit être mesurée après 1 min d'application de la tension ou plus tôt sous réserve que la valeur affichée soit satisfaisante et qu'elle ne soit pas en train de baisser.

Le produit de la résistance d'isolement en mégohms et de la longueur du câble en kilomètres ne doit pas être inférieur à 1 000 M Ω ·km, exception faite des longueurs de câbles inférieures à 100 m pour lesquelles la résistance d'isolement mesurée ne doit pas être inférieure à 10 000 M Ω .

11.4 Maintien des caractéristiques de l'isolant et de la gaine en cuivre

Chaque couronne de câble en l'état de livraison, préalablement à l'application d'un quelconque revêtement externe, doit être immergée totalement pendant au moins 1 h dans de l'eau à une température de $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Dans les 8 h qui suivent le retrait du câble de l'eau, les extrémités de câble doivent être dépouillées afin d'exposer les âmes conductrices, puis être provisoirement obturées. Les tensions spécifiées ci-dessous doivent être appliquées avec un taux minimal d'augmentation de la tension de 150 V/s et elles doivent être maintenues pendant au moins 60 s entre les âmes conductrices et entre les âmes conductrices et la gaine.

Tension assignée	Tension d'essai
500 V	2,0 kV valeur efficace
750 V	2,5 kV valeur efficace

Cet essai peut être combiné avec celui spécifié en 11.3 sous réserve qu'une tension continue égale à 1,5 fois la valeur de la valeur efficace en courant alternatif appropriée soit utilisée.

11.5 Essai diélectrique au défilement à sec sur le revêtement externe

Le maintien des caractéristiques du revêtement externe doit être vérifié par l'essai diélectrique au défilement à sec suivant.

Une électrode, constituée de préférence d'un rideau de perles métalliques, doit faire un contact étroit avec la matière plastique recouvrant la surface du câble.

La vitesse à laquelle le câble passe à travers l'électrode doit être telle que chaque point soit en contact avec l'électrode pendant au moins 0,05 s.

La tension d'essai appliquée à l'électrode doit être une tension en courant alternatif d'une fréquence de 49 Hz à 61 Hz et d'une valeur donnée au tableau 3, la gaine en cuivre du câble étant reliée à la terre.

11.3 Insulation resistance

Each complete coil of completed cable, prior to the application of any outer covering, shall be totally immersed for at least 1 h in water at a temperature of $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Within 8 h of the cable being removed from the water, the cable ends shall then be stripped to expose the conductors and temporarily sealed at each end.

A d.c. voltage of not less than 80 V and not more than the peak voltage corresponding to the appropriate r.m.s. value specified in 11.4 shall be applied between the conductors and between conductors and the copper sheath. The insulation resistance shall be measured after 1 min of voltage application or sooner provided that the reading is satisfactory and not decreasing.

The product of the insulation resistance in megohms and the cable length in kilometres shall be not less than 1 000 M Ω -km, except for cable lengths less than 100 m when the measured insulation resistance shall be not less than 10 000 M Ω .

11.4 Integrity of insulation and copper sheath

Each complete coil of completed cable, prior to the application of any outer covering, shall be totally immersed for at least 1 h in water at a temperature of $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Within 8 h of the cable being removed from the water, the cable ends shall be stripped, to expose the conductors, and temporarily sealed at each end. The voltages specified below shall be applied with a minimum rate of rise of voltage of 150 V/s and maintained for at least 60 s between conductors and between conductors and sheath.

Rated voltage	Test voltage
500 V	2,0 kV r.m.s.
750 V	2,5 kV r.m.s.

This test may be combined with that specified in 11.3 provided that a d.c. voltage equal to 1,5 times the value of the appropriate a.c. r.m.s. value is used.

11.5 Spark test on outer covering

The integrity of the outer covering shall be verified by compliance with the following spark test.

An electrode, consisting preferably of a curtain of metallic beads, shall make intimate contact with the plastic covered surface of the cable.

The speed at which the cable passes through the electrode shall be such that every point is in contact with the electrode for not less than 0,05 s.

The test voltage supply to the electrode shall be a.c. at a frequency of 49 Hz to 61 Hz and of a value given in table 3, the copper sheath of the cable being earthed.

Tableau 3 – Tensions d'essai

Diamètre sur gaine en cuivre ¹⁾ mm		Tension d'essai Valeur efficace kV
Supérieur à	Inférieur ou égal	
–	7	4
7	15	5
15	20	6
20	–	8
¹⁾ Comme indiqué aux tableaux 7 et 10.		

Un détecteur de défauts doit être monté de manière à conserver son indication même après que la partie défectueuse ait dépassé l'électrode.

La sensibilité minimale de l'appareil d'essai au défilement à sec doit être telle que le détecteur fonctionne lorsqu'un dispositif simulateur de défauts, composé d'un éclateur monté en série avec un condensateur, est connecté entre l'électrode et la terre. La tension de l'électrode doit être de 6 kV en valeur efficace et la capacité du condensateur de 350 pF.

L'éclateur doit être composé d'une plaque de métal défilant devant la pointe d'une aiguille en 0,02 s, la distance entre eux devant être, pendant ce temps, de 5,0 mm.

Le câble revêtu ne doit présenter aucun défaut lorsqu'il est essayé avec cet appareil.

11.6 Diamètre et ovalisation sur la gaine en cuivre

Le diamètre extérieur du câble complet (sans le revêtement externe) doit être vérifié par des mesures sur des échantillons de câbles complets. Les mesures doivent être réalisées en deux endroits, distants d'au moins 1 m. A chaque endroit, les mesures doivent être réalisées dans deux directions perpendiculaires entre elles, au moyen d'un micromètre à touches plates ou d'une méthode équivalente.

Les quatre mesures doivent être égales à $\pm 0,05$ mm près aux valeurs dans le tableau 7 ou 10, selon le cas.

12 Essais sur prélèvement

12.1 Généralités

Les essais sur prélèvement sont identifiés par le symbole S dans le tableau 2, comme défini en 3.3.

12.2 Essai de tension

Avant l'application d'un quelconque revêtement externe en matière plastique, une couronne de câble complète en l'état de livraison doit être dépouillée à ses extrémités pour accéder aux âmes conductrices, et les extrémités provisoirement obturées.

Une tension de

- 2 000 V en valeur efficace pour les câbles 500 V, ou
- 2 500 V en valeur efficace pour les câbles 750 V

Table 3 – Test voltages

Diameter over copper sheath ¹⁾ mm		Test voltage r.m.s. kV
Above	Up to and including	
–	7	4
7	15	5
15	20	6
20	–	8
¹⁾ As given in tables 7 and 10.		

A fault detector shall be so arranged as to maintain its indication even after a fault has passed out of the electrode.

The minimum sensitivity of the spark testing apparatus shall be such that the detector will operate when an artificial fault device, consisting of a spark gap in series with a capacitor, is connected between the electrode and earth. The electrode voltage shall be 6 kV r.m.s. and the capacitance of the capacitor shall be 350 pF.

The spark gap shall consist of a metal plate moving past a needle point in 0,02 s, and the distance between them during this time shall be 5,0 mm.

The covered cable shall exhibit no fault when tested with this apparatus.

11.6 Diameter and ovality over copper sheath

The overall diameter of the completed cable (excluding outer covering) shall be checked by measurement on complete cable samples. The measurements shall be made at two positions, separated by at least 1 m. At each position, measurements shall be made in two directions perpendicular to each other, by means of a micrometer with flat anvils or an equivalent method.

All four measurements shall lie within $\pm 0,05$ mm of the value in table 7 or 10 as appropriate.

12 Sample tests

12.1 General

Sample tests are identified in table 2 by the symbol S, as defined in 3.3.

12.2 Voltage test

Prior to the application of any plastic outer covering, a complete coil of completed cable shall be stripped to expose the conductors, and temporarily sealed at each end.

A voltage of

- 2 000 V r.m.s. for 500 V cables, or
- 2 500 V r.m.s. for 750 V cables

doit ensuite être appliquée pendant 1 min à chaque fois entre

- a) les âmes conductrices,
- b) chaque âme conductrice et la gaine en cuivre.

La vitesse d'augmentation de la tension d'essai ne doit pas être inférieure à 150 V/s.

Sur demande de l'acheteur, les mêmes niveaux de tension d'essai doivent être appliqués aux câbles comportant un revêtement externe en matière plastique.

Aucun claquage ne doit se produire pendant l'essai.

12.3 Épaisseur du revêtement externe

Un échantillon du revêtement du câble d'environ 250 mm de long doit être prélevé à au moins 300 mm de l'extrémité de la couronne du câble.

L'épaisseur du revêtement doit être mesurée sur trois sections, distantes d'au moins 100 mm, conformément à 8.2 de la CEI 60811-1-1.

La moyenne des 18 mesures doit être calculée et arrondie à la deuxième décimale comme indiqué ci-dessous et celle-ci doit être prise comme valeur moyenne de l'épaisseur du revêtement externe.

Si le calcul donne pour la troisième décimale le chiffre 5 ou plus, le chiffre de la deuxième décimale doit être élevé au chiffre supérieur; ainsi, par exemple, 1,734 est arrondi à 1,73 et 1,757 à 1,76.

La plus faible de toutes les valeurs obtenues doit être prise comme épaisseur minimale du revêtement externe en matière plastique.

Les épaisseurs moyenne et minimale doivent satisfaire aux prescriptions de 8.4.

12.4 Non-propagation de la flamme

Lorsqu'un câble comportant un revêtement externe est essayé selon la CEI 60332-1, la partie brûlée ou affectée ne doit pas arriver à moins de 50 mm de la pince supérieure.

12.5 Emission de gaz acides et corrosifs

Lorsque des échantillons de revêtement sans halogènes, prélevés sur des câbles finis, sont essayés selon la CEI 60754-2, le pH ne doit pas être inférieur à 4,3 et la conductivité ne doit pas être supérieure à 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

12.6 Emission de fumées

Lorsque des échantillons de câbles terminés à revêtement sans halogènes sont essayés selon la CEI 61034-2, les fumées produites doivent être telles que le facteur de transmission soit conforme aux prescriptions du tableau 4. Les prescriptions des échantillons doivent être conformes au tableau 4.

shall then be applied for 1 min each time between

- a) conductors,
- b) each conductor and the copper sheath.

The rate of rise of test voltage shall be not less than 150 V/s.

When required by the purchaser, the same levels of test voltage shall be applied to cables with a plastic outer covering.

No breakdown shall occur during the test.

12.3 Thickness of outer covering

A sample of the cable covering approximately 250 mm in length shall be taken not less than 300 mm from the end of a coil of cable.

The thickness of the covering shall be measured at three cross-sections, not less than 100 mm apart, in accordance with 8.2 of IEC 60811-1-1.

The average of all 18 measurements shall be calculated and rounded off to two decimal places as below, and this shall be taken as the mean value of the thickness of the outer covering.

If in the calculation the third decimal figure is 5 or more, the second decimal figure shall be raised to the next number; thus, for example, 1,734 is rounded off to 1,73 and 1,757 to 1,76.

The lowest of all values obtained shall be taken as the minimum thickness of the plastic outer covering.

The average and minimum thicknesses shall meet the requirements of 8.4.

12.4 Flame retardance

When a cable with an outer covering is tested in accordance with IEC 60332-1, the charred or affected portion shall not reach within 50 mm of the top clamp.

12.5 Emission of acidic and corrosive gases

When samples of halogen-free covering, removed from finished cables, are tested in accordance with IEC 60754-2, the pH shall not be less than 4,3 and the conductivity shall not be greater than 10 μ S/mm.

12.6 Smoke emission

When samples of finished cables with halogen-free covering are tested in accordance with IEC 61034-2, the smoke produced shall be such that the light transmittance meets the requirements in table 4. The sample requirements shall be in accordance with table 4.

Tableau 4 – Emission de fumées

Diamètre extérieur du câble (D) ¹⁾ mm	Nombre de pièces d'essai		Facteur de transmission ²⁾ %
	Câbles	Faisceaux ³⁾	
$20 < D \leq 40$	2	–	60
$10 < D \leq 20$	3	–	60
$5 < D \leq 10$	N_1 ^{4,6)}	–	50
$2 < D \leq 5$	–	N_2 ^{5,6)}	50

1) D = le diamètre extérieur du câble (mm) pris comme le diamètre calculé comme la gaine en cuivre plus deux fois l'épaisseur nominale du revêtement.

2) Ces valeurs sont provisoires.

3) Chaque faisceau doit être constitué de sept câbles posés tout droits et attachés par un fil d'un diamètre d'environ 0,5 mm au centre faisant deux tours tous les 100 mm à partir du centre.

4) $N_1 = 45/D$

5) $N_2 = 45/3D$

6) La valeur de N_1 et de N_2 doit être arrondie au nombre entier immédiatement inférieur.

13 Essais de type

13.1 Généralités

Les essais de types sont identifiés par le symbole T au tableau 2, comme défini en 3.4.

13.2 Essai de tension sur câble complet

Un échantillon de câble complet en l'état de livraison de (5 ± 1) m de long doit être dépouillé à ses extrémités pour accéder aux âmes conductrices, et les extrémités provisoirement obturées.

Pour les câbles de 500 V, une tension de 2 000 V en valeur efficace, et, pour les câbles de 750 V, une tension de 2 500 V en valeur efficace doit être appliquée avec un taux d'augmentation de la tension de 150 V/s. La tension doit être maintenue pendant 15 min dans chaque cas entre

- a) chaque âme conductrice à tour de rôle et toutes les autres connectées ensemble;
- b) toutes les âmes et la gaine de cuivre.

Aucun amorçage ne doit se produire pendant l'essai.

13.3 Résistance de la gaine en cuivre

La résistance électrique de la gaine en cuivre à 20 °C ne doit pas dépasser la valeur appropriée du tableau 9 ou 12, selon ce qui est approprié.

La conformité doit être vérifiée en mesurant la résistance de la gaine sur un échantillon de câble d'au moins 1 m de long, et en mesurant la longueur de cet échantillon.

13.4 Epaisseur de l'isolant

L'épaisseur de l'isolant doit être vérifiée par l'essai suivant.

Table 4 – Smoke emission

Overall cable diameter (D) ¹⁾ mm	Number of test pieces		Light transmittance ²⁾ %
	Cables	Bundles ³⁾	
$20 < D \leq 40$	2	–	60
$10 < D \leq 20$	3	–	60
$5 < D \leq 10$	N_1 ^{4,6)}	–	50
$2 < D \leq 5$	–	N_2 ^{5,6)}	50

1) D = overall diameter of cable (mm) taken as the tabulated diameter over copper sheath plus twice the nominal thickness of covering.

2) These are provisional values.

3) Each bundle shall consist of seven cables laid straight and bound in the centre with two turns of an approximately 0,5 mm diameter wire and at every 100 mm each side from the centre.

4) $N_1 = 45/D$

5) $N_2 = 45/3D$

6) The value of N_1 and N_2 shall be rounded down to the nearest whole number.

13 Type tests

13.1 General

Type tests are identified in table 2 by the symbol T, as defined in 3.4.

13.2 Voltage test on completed cable

A sample of completed cable, (5 ± 1) m long, shall be stripped to expose the conductors, and shall be temporarily sealed at each end.

For 500 V cables, a voltage of 2 000 V r.m.s. and for 750 V cables a voltage of 2 500 V r.m.s. shall then be applied, with a minimum rate of rise of voltage of 150 V/s, and maintained for 15 min in each case, between

- a) each conductor in turn and all others connected together;
- b) all conductors and the copper sheath.

No breakdown shall occur during the test.

13.3 Resistance of copper sheath

The electrical resistance at 20 °C of the copper sheath shall not exceed the appropriate value in table 9 or 12 as appropriate.

Compliance shall be checked by measuring the resistance of the sheath on a sample of cable at least 1 m long, and by measuring the length of this sample.

13.4 Thickness of insulation

The thickness of insulation shall be checked by the following test.

Un échantillon doit être coupé sur l'une des extrémités du câble après que la partie d'extrémité a été enlevée si nécessaire. Les extrémités de l'échantillon doivent être coupées selon un plan perpendiculaire à l'axe du câble, et toutes les bavures doivent être éliminées.

L'épaisseur minimale de l'isolant doit être mesurée à chaque extrémité de l'échantillon. Les mesures doivent être réalisées en utilisant un microscope ou un projecteur de profil avec un grossissement d'au moins 10. En cas de litige, la mesure réalisée avec un microscope doit constituer la méthode de référence.

La distance minimale entre chaque paire d'âmes conductrices et entre chaque âme conductrice et la gaine doit être mesurée. La plus courte de ces distances doit être prise comme épaisseur minimale de l'isolant.

L'épaisseur minimale doit être conforme à 6.2.

Le câble doit être accepté si les deux extrémités de l'échantillon satisfont à la prescription. Si une seule extrémité n'est pas conforme à la prescription, un nouvel échantillon doit être préparé à partir de l'autre extrémité de la couronne de câble et les mesures de l'épaisseur de l'isolant doivent être répétées. Le câble doit être accepté si les deux extrémités du nouvel échantillon sont conformes à la prescription.

13.5 Epaisseur de la gaine en cuivre

L'épaisseur de la gaine doit être vérifiée par l'essai suivant.

La mesure doit être effectuée sur une bande découpée selon la circonférence de la gaine en cuivre soigneusement prélevée sur le câble et que l'on aplatit. Cet échantillon ne doit pas être prélevé à plus de 150 mm de l'extrémité de la couronne.

Six mesures doivent être faites, autant que possible également espacées le long de la bande, à l'aide d'un micromètre à touche plate pour la face externe de la gaine et à touche sphérique pour la face interne.

La moyenne des valeurs obtenues doit être calculée à la troisième décimale et arrondie comme indiqué ci-dessous et cette valeur doit être prise comme valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine.

Si, dans le calcul, le chiffre de la troisième décimale est 5 ou plus, la deuxième décimale doit être augmentée au chiffre supérieur; ainsi par exemple, 0,573 doit être arrondi à 0,57 et 0,575 à 0,58.

La plus faible de toutes les valeurs doit être considérée comme étant l'épaisseur minimale de la gaine en tout point.

L'épaisseur moyenne et l'épaisseur minimale doivent être conformes aux prescriptions de 7.2.

13.6 Essai de pliage

L'essai de pliage doit être effectué avec un appareil d'essai de pliage approprié, comme celui représenté à la figure 1; le rayon des parties concaves doit être supérieur au rayon du câble sans dépasser 16 mm.

Un échantillon d'environ 1 m de long doit être prélevé sur la couronne de câble à essayer, et la gaine externe, lorsqu'elle existe, doit être retirée.

Le diamètre approprié du mandrin pour l'essai de pliage est donné au tableau 5.

A sample shall be cut from one end of the cable after discarding, if necessary, the end portion. The ends of the sample shall be cut in a plane at right angles to the cable axis, and all burrs removed.

The minimum insulation thickness shall be measured at each end of the sample. The measurements shall be carried out using a microscope or profile enlarger at a magnification of at least 10 times. In cases of dispute, measurement made with a microscope shall be the reference method.

The minimum distance between each pair of conductors and between each conductor and sheath shall be measured. The smallest of these distances shall be taken as the minimum insulation thickness.

The minimum thickness shall comply with 6.2.

The cable shall be accepted if both ends of the sample meet the requirement. If only one end fails to comply with the requirement, a new sample shall be prepared from the other end of the cable coil and the measurements of insulation thickness repeated. The cable shall be accepted if both ends of the new sample meet the requirement.

13.5 Thickness of copper sheath

The sheath thickness shall be checked by the following test.

The measurement shall be made on an opened out circumferential strip of the copper sheath carefully cut from the cable. This sample shall be taken not more than 150 mm from the end of the coil.

Six measurements shall be made, as far as possible equally spaced along the strip, with a micrometer having a flat nose for the outside of the sheath and a ball nose for the inside of the sheath.

The average of the values obtained shall be calculated to three decimal places and rounded off as below, and this shall be taken as the mean value of the thickness of the sheath.

If, in the calculation, the third decimal figure is 5 or more, the second decimal figure shall be raised to the next number; thus for example, 0,573 shall be rounded off to 0,57 and 0,575 to 0,58.

The lowest of all values shall be considered to be the minimum thickness of the sheath at any place.

The mean thickness and minimum thickness shall comply with the requirements of 7.2.

13.6 Bending test

The bending test shall be carried out with a suitable bending apparatus, for example as shown in figure 1; the radius of the concave portions shall be larger than the radius of the cable but not larger than 16 mm.

A sample of about 1 m in length shall be taken from the coil of cable to be tested and any outer covering shall be removed.

The appropriate diameter of the mandrel for the bending test is given in table 5.

L'opération de pliage suivante doit être effectuée, comme illustré à la figure 2.

Pour les câbles d'un diamètre au plus égal à 14 mm, l'échantillon doit être fixé et enroulé sur le mandrin approprié de telle façon qu'il forme un demi-cercle prolongé par deux parties droites (opération 1a). La pression de serrage doit être relâchée et, tout en maintenant l'échantillon dans l'appareil d'essai, on doit lui faire subir une rotation de 180° autour de l'axe longitudinal de la partie non pliée à l'intérieur du dispositif de serrage. On doit alors plier l'échantillon dans le même plan mais dans le sens opposé, jusqu'à ce qu'il acquière de nouveau la forme d'un demi-cercle prolongé par deux parties droites (opération 1b).

Cette même rotation et le même pliage (opérations 2a et 2b) doivent encore être réalisés deux fois.

Pour les câbles d'un diamètre supérieur à 14 mm, le pliage est effectué selon les modalités décrites ci-dessus, les deux dernières opérations de pliage (2a et 2b) devant être toutefois omises.

La gaine du câble ne doit présenter ni fente, ni craquelure, ni fissure quand elle est examinée à l'œil nu, normal ou corrigé sans grossissement.

L'échantillon plié doit alors être convenablement obturé et immergé dans l'eau pendant au moins 1 h, ses deux extrémités étant maintenues hors de l'eau.

Une tension de 750 V pour les câbles de 500 V et une tension de 1 250 V pour les câbles de 750 V doivent être appliquées pendant 15 min à chaque fois, entre âmes conductrices et entre les âmes conductrices et la gaine.

Aucun claquage ne doit se produire pendant l'essai.

NOTE Il est recommandé de prendre soin pendant l'installation de s'assurer que le câble n'est pas plié à un diamètre plus petit que celui donné dans le tableau 5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60702-1:2002

The following bending operation, as illustrated in figure 2, shall be carried out.

For cables having a diameter up to and including 14 mm, the sample shall be clamped and bent round the appropriate mandrel so that the cable forms a semi-circle extended by two straight portions (operation 1a). The clamping pressure shall be released and, whilst still in the jig, the sample shall be rotated through 180° around the longitudinal axis of the unbent portion within the clamp. The sample shall then be bent in the same plane but in the opposite direction until it is again in the form of a semi-circle extended by two straight portions (operation 1b).

Two further such rotation and bending operations shall be carried out (operations 2a and 2b).

For cables having a diameter larger than 14 mm, the bending operation shall be as described above except that the two further bending operations (2a and 2b) shall be omitted.

The cable sheath shall show no split, crack or flaw when examined with normal or corrected vision without magnification.

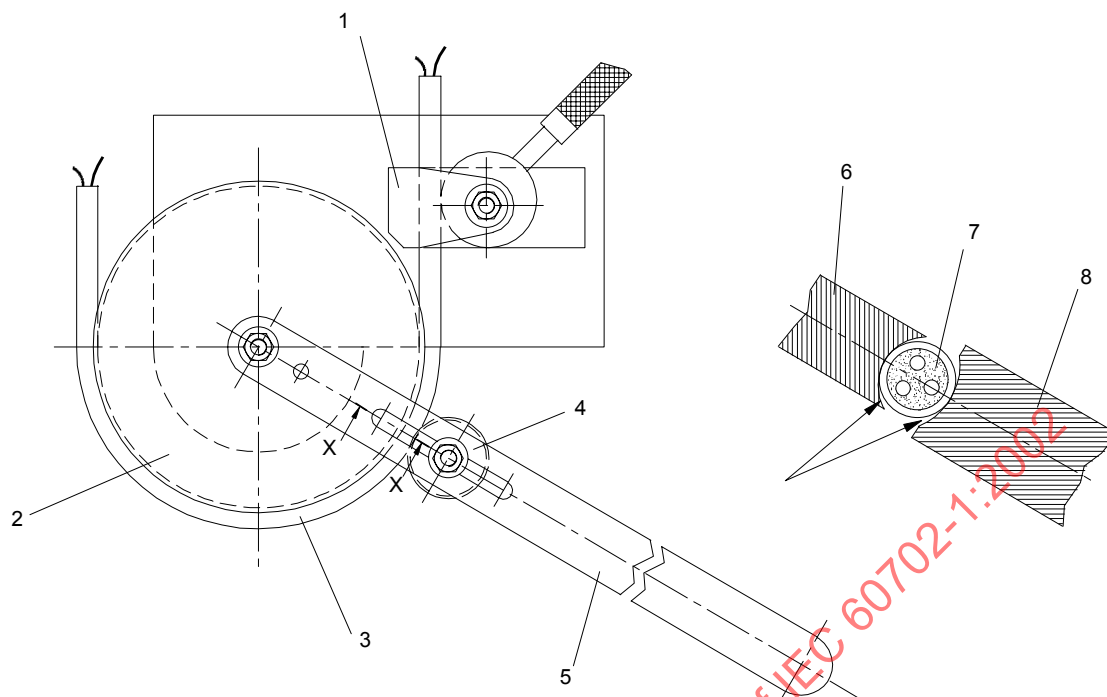
The bent sample shall then be suitably sealed and immersed in water, with the ends out of the water, for not less than 1 h.

For 500 V cables a voltage of 750 V and for 750 V cables a voltage of 1 250 V shall then be applied, for 15 min in each case, between conductors and between conductors and sheath.

No breakdown shall occur during the test.

NOTE Care should be taken during installation to ensure that the cable is not bent to any smaller diameter than given in table 5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60702-1:2002

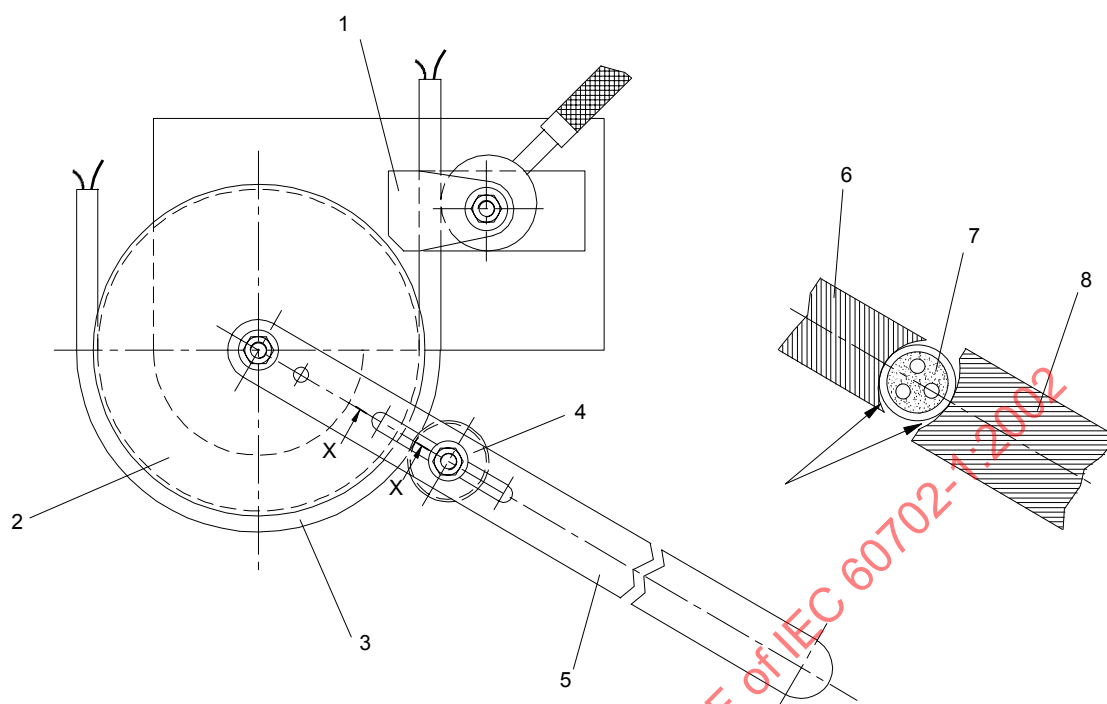


IEC 443/02

Légende

- | | | | |
|---|-----------------------|-----|----------------------------|
| 1 | Dispositif de serrage | x-x | Coupe x-x grossie |
| 2 | Mandrin | 6 | Mandrin |
| 3 | Câble | 7 | Câble |
| 4 | Poulie | 8 | Poulie |
| 5 | Levier de pliage | 9 | Rayon des parties concaves |

Figure 1 – Appareil d'essai de pliage

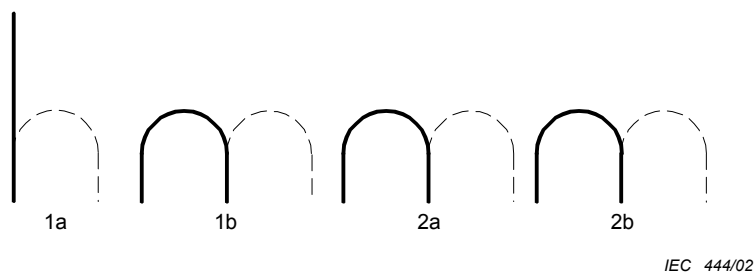


IEC 443/02

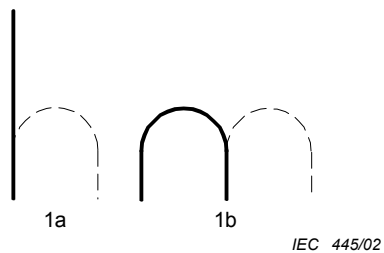
Key

1	Clamping device	x-x	Enlarged section
2	Mandrel	6	Mandrel
3	Cable	7	Cable
4	Pulley	8	Pulley
5	Bending lever	9	Radius concave portions

Figure 1 – Bending test apparatus



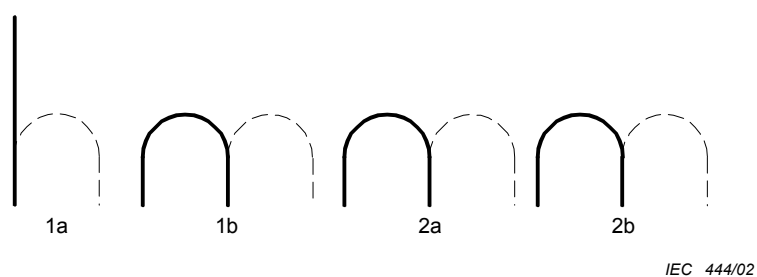
Opérations pour câble de diamètre sur gaine au plus égal à 14 mm



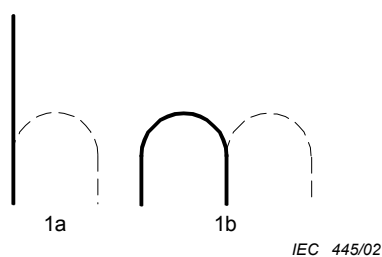
Opérations pour câble de diamètre sur gaine supérieur à 14 mm

NOTE Les lignes pleines indiquent la forme de l'échantillon au début de chaque opération. Le câble subit une rotation de 180° autour de l'axe longitudinal de la partie non pliée entre chaque opération.

Figure 2 – Opérations de l'essai de pliage



Operations for cables of sheath diameter up to and including 14 mm



Operations for cables of sheath diameter above 14 mm

NOTE Full lines indicate shape of sample at start of each operation. Cable is rotated through 180° around the longitudinal axis of the unbent portion between each operation.

Figure 2 – Bending test operations

Tableau 5 – Diamètres du mandrin

Tension assignée V	Section nominale de l'âme conductrice mm ²	Diamètre du mandrin pour les câbles dont le nombre établi de conducteurs est:						
		1	2	3	4	7	12	19
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
500	1	40	60	60	80	100	–	–
	1,5	40	60	80	80	100	–	–
	2,5	40	80	80	100	130	–	–
	4	60	100	–	–	–	–	–
750	1	60	80	100	100	130	160	200
	1,5	60	100	100	100	130	160	200
	2,5	60	100	130	130	160	200	
	4	60	130	130	130	160		
	6	80	130	130	160			
	10	80	160	160	160			
	16	100	160	200	200			
	25	130	200	200	250			
	35	130						
	50	160						
	70	160						
	95	200						
	120	200						
	150	200						
	185	250						
	240	250						
	300	350						
	400	350						

NOTE Les câbles au-dessus du trait gras ont des diamètres au plus égal à 14 mm et les câbles en dessous du trait gras des diamètres supérieurs à 14 mm conformément aux tableaux 7 et 10.

13.7 Essai d'aplatissement

Un échantillon de 1 m de long environ doit être prélevé sur la couronne du câble à essayer et, après avoir enlevé la gaine externe, aplati entre deux enclumes jusqu'à ce que la dimension minimale de la partie aplatie soit égale au diamètre initial sur la gaine en cuivre multipliée par le facteur d'aplatissement approprié, spécifié dans le tableau 6. Chacune des enclumes utilisées doit avoir une surface plane légèrement lubrifiée d'au moins 75 mm × 25 mm, leurs plus grandes dimensions devant être parallèles à l'axe de l'échantillon au cours de l'essai. Les arêtes des enclumes doivent être arrondies à un rayon au moins égal à 10 mm.

Table 5 – Mandrel diameters

Rated voltage V	Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Diameter of mandrel for cables with the stated number of conductors						
		1	2	3	4	7	12	19
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
500	1	40	60	60	80	100	–	–
	1,5	40	60	80	80	100	–	–
	2,5	40	80	80	100	130	–	–
	4	60	100	–	–	–	–	–
750	1	60	80	100	100	130	160	200
	1,5	60	100	100	100	130	160	200
	2,5	60	100	130	130	160	200	
	4	60	130	130	130	160		
	6	80	130	130	160			
	10	80	160	160	160			
	16	100	160	200	200			
	25	130	200	200	250			
	35	130						
	50	160						
	70	160						
	95	200						
	120	200						
	150	200						
	185	250						
	240	250						
	300	350						
	400	350						

NOTE Cables above heavy line have diameters up to and including 14 mm and cables below heavy line have diameters above 14 mm in accordance with tables 7 and 10.

13.7 Flattening test

A sample of about 1 m in length shall be taken from the coil of cable to be tested and, after removal of any outer covering, flattened between anvils until the minimum dimension of the flattened portion is equal to the initial diameter over the copper sheath multiplied by the appropriate flattening factor specified in table 6. Each of the anvils used shall have a flat lightly lubricated surface not less than 75 mm × 25 mm and the larger dimension shall be parallel to the axis of the sample during the test. The edges of the anvils shall be rounded to a radius of not less than 10 mm.

Tableau 6 – Facteurs d'aplatissement

Diamètre sur la gaine en cuivre ¹⁾ mm		Facteur d'aplatissement
Supérieur à	Inférieur ou égal	
–	10	0,65
10	13	0,70
13	20	0,80
20	–	0,90
¹⁾ Comme indiqué aux tableaux 7 et 10.		

La gaine du câble ne doit présenter ni fente, ni craquelure, ni fissure quand elle est examinée à l'œil nu, normal ou corrigé, sans appareil grossissant.

L'échantillon aplati doit ensuite être convenablement obturé et l'échantillon immergé dans l'eau, pendant au moins 1 h, plié si nécessaire, ses deux extrémités étant maintenues hors de l'eau.

Une tension de 750 V pour les câbles de 500 V et une tension de 1 250 V pour les câbles de 750 V doivent être appliquées pendant une durée de 15 min à chaque fois, entre les âmes conductrices et entre les âmes conductrices et la gaine.

Aucun claquage ne doit se produire pendant l'essai.

13.8 Résistance au feu

Les câbles complets doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 60331-21. Le temps d'application de la flamme doit être de 180 min.

14 Câble à isolant minéral de 500 V (service normal)

14.1 Désignation

Aucune désignation pour le moment.

14.2 Tension assignée

500 V

14.3 Construction

1, 2, 3, 4 ou 7 âmes conductrices en cuivre.

Isolant minéral comprimé entourant toutes les âmes.

Gaine lisse en cuivre ou alliage de cuivre recuit.

Revêtement externe extrudé facultatif.

14.4 Dimensions

Les câbles à isolant minéral de 500 V doivent être conformes aux tableaux 7, 8 et 9 en ce qui concerne les dimensions et à la résistance de la gaine en cuivre.