

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Test methods for electric cables with rated voltages up to and including
450/750 V**

**Méthodes d'essais pour les câbles électriques de tension assignée au plus
égale à 450/750 V**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Test methods for electric cables with rated voltages up to and including
450/750 V**

**Méthodes d'essais pour les câbles électriques de tension assignée au plus
égale à 450/750 V**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1041-2

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 General requirements	8
4.1 Sampling	8
4.2 Pre-conditioning	8
4.3 Test temperature	8
4.4 Test voltage	8
4.5 Test values	8
5 Electrical test methods	8
5.1 Electrical resistance of conductors	8
5.2 Voltage test carried out on completed cables	9
5.3 Voltage test on cores in water	9
5.3.1 General	9
5.3.2 Test sample	9
5.3.3 Procedure	9
5.3.4 Requirements	9
5.4 Insulation resistance	9
5.5 Insulation resistance at temperatures above 90 °C	10
5.6 Long-term resistance of insulation to direct current	11
5.6.1 Test sample	11
5.6.2 Procedure	11
5.6.3 Requirements	11
5.7 Absence of faults in insulation	11
5.7.1 General	11
5.7.2 Spark test	12
5.7.3 Voltage test	12
5.8 Surface resistance of sheath	12
5.8.1 Test samples	12
5.8.2 Procedure	12
5.8.3 Requirements	13
6 Non-electrical test methods	13
6.1 Checking of the durability of colours and markings	13
6.2 Measurement of thickness of insulation	13
6.2.1 Procedure	13
6.2.2 Evaluation of results	13
6.3 Measurement of thickness of sheath	13
6.3.1 Procedure	13
6.3.2 Evaluation of results	13
6.4 Measurement of overall dimensions and ovality	13
6.5 Solderability test for non-tinned conductors	14
6.5.1 General	14
6.5.2 Selection of samples and preparation of test pieces	14
6.5.3 Description of the solder bath	14
6.5.4 Test procedure	15

6.5.5	Requirements	15
6.6	Flexing test	15
6.6.1	General	15
6.6.2	Apparatus	15
6.6.3	Sample preparation	16
6.6.4	Current applied on cores	16
6.6.5	Voltage between cores	16
6.6.6	Fault detection (construction of the flexing apparatus)	17
6.7	Static flexibility test	17
6.8	Bending test	18
6.9	Wear resistance test	19
6.10	Drop test	20
6.11	Void	20
6.12	Three-pulley flexing test	20
6.12.1	Test method	20
6.12.2	Requirements	22
6.13	Kink test	22
6.13.1	Applicability	22
6.13.2	Apparatus	22
6.13.3	Sample	22
6.13.4	Test procedure	22
6.13.5	Requirements	22
6.14	Tests for mechanical properties after air oven ageing of insulation consisting of rubber compound	23
6.14.1	General	23
6.14.2	Sampling and preparation	24
6.14.3	Ageing procedure	24
6.14.4	Preparation of test pieces and tensile test	24
6.15	Test for resistance to heat of textile braids	24
6.15.1	General	24
6.15.2	Apparatus	24
6.15.3	Test sample	24
6.15.4	Preparation	24
6.15.5	Test procedure	25
6.15.6	Requirements	25
6.16	Test for resistance of sheath to water	25
6.16.1	General	25
6.16.2	Sampling and preparation of test pieces	25
6.16.3	Procedure	26
6.16.4	Evaluation of results	26
6.17	Chemical test: Determination of halogens – Elemental test	26
6.17.1	Equipment	26
6.17.2	Materials	26
6.17.3	Procedure	26
Annex A (informative)	Cross-references table	28
Bibliography		29

Figure 1 – Positioning of electrodes	11
Figure 2 – Flexing apparatus	16
Figure 3 – Static flexibility test	18
Figure 4 – Bending test apparatus	19
Figure 5 – Arrangement for wear-resistance test.....	20
Figure 6 – Modified carrier C	21
Figure 7 – Kink test apparatus	23
Figure 8 – Assembled test apparatus	25
Table A.1 – Cross-references for tests	28

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRIC CABLES WITH
RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63294 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables. It is an International Standard.

This first edition cancels and replaces IEC 60227-2:1997, IEC 60227-2:1997/AMD1:2003, IEC 60245-2:1994, IEC 60245-2:1994/AMD1:1997, IEC 60245-2:1994/AMD2:1997, IEC 62821-2:2015 and IEC 63010-2:2017. A table of cross-references for tests is given in Annex A.

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

Draft	Report on voting
20/1970/FDIS	20/1990/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

TEST METHODS FOR ELECTRIC CABLES WITH RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V

1 Scope

This document specifies the test methods for electric cables with rated voltages up to and including 450/750 V not included in the IEC 60811 series.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 62230, *Electric cables – Spark-test method*

IEC 60502-1, *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)*

ISO 1302, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Indication of surface texture in technical product documentation*

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

IEC and ISO maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 General requirements

4.1 Sampling

If a marking is in relief in insulation or sheath, the samples used for the tests shall be taken so as to include such marking.

For multicore cables, except for the test specified in 5.6 and in 6.2, not more than three cores (of different colours, if applicable) shall be tested unless otherwise specified.

4.2 Pre-conditioning

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion or vulcanization of the insulating or sheathing compounds.

4.3 Test temperature

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

4.4 Test voltage

Unless otherwise specified in the relevant cable standard, the test voltages shall be alternating current of approximately sinewave form and of frequency between 49 Hz and 61 Hz. The ratio of peak value to RMS value shall be equal to $\sqrt{2}$ with a tolerance of $\pm 7\%$.

The values quoted are RMS values.

4.5 Test values

Full test conditions (such as temperatures, durations) and full test requirements are not specified in this document. It is intended that they should be specified by the relevant cable standard.

Any test requirements which are given in this document may be modified by the relevant cable standard to suit the needs of a particular type of cable.

5 Electrical test methods

5.1 Electrical resistance of conductors

In order to check the electrical resistance of conductors, the resistance of each conductor shall be measured on a sample of cable of at least 1 m in length. The length of each sample shall be measured.

If necessary, a correction to $20 ^\circ\text{C}$ and to a length of 1 km shall be obtained by the formula:

$$R_{20} = R_t \times \frac{254,5}{234,5 + t} \times \frac{1\,000}{L}$$

where

R_{20} is the resistance at $20 ^\circ\text{C}$, in ohms/kilometre;

R_t is the resistance of L metres of cable at $t ^\circ\text{C}$, in ohms;

t is the temperature of the sample at the moment of measurement, in degrees Celsius;

L is the length of the sample of cable, in metres (length of the complete sample and not of the individual cores or wires).

5.2 Voltage test carried out on completed cables

A sample of cable as delivered shall be immersed in water. The length of the sample, the temperature of the water and the duration of immersion and the test voltage shall be given in the relevant cable standard.

A voltage shall be applied in turn between each conductor and all the others together, connected to the metallic layer or metallic component, if any, or to the water; and then between all conductors together and the metallic layer or metallic component, if any, or to the water.

No breakdown of the insulation shall occur during the test.

5.3 Voltage test on cores in water

5.3.1 General

The test applies to sheathed cables, braided cables and flat non-sheathed cables.

5.3.2 Test sample

Prepare a sample of cable 5 m long, by carefully removing, without damaging the cores, the sheath or the overall braid and any other covering or fillers from a length of completed cable.

In the case of a flat non-sheathed cable, take a 5 m sample and make a cut in the insulation between the cores and separate the cores by hand over a length of 2 m, without damaging the cores.

5.3.3 Procedure

Immerse the sample in water at the temperature, and for the period specified in the relevant cable standard. Ensure that the ends of the cores protrude above the water by a distance sufficient to prevent excessive surface leakage when the test voltage is applied. Apply a voltage between the conductors and the water, of the magnitude and for the time specified in the relevant cable standard.

5.3.4 Requirements

No breakdown of the insulation shall occur during the test.

5.4 Insulation resistance

This test shall be made on the core samples, 5 m in length, previously submitted to the test described in 5.3 or, if this is not applicable, to the test described in 5.2.

The sample shall be immersed in water previously heated to the temperature indicated in the relevant cable standard. A length of about 0,25 m at each end of the sample shall be kept above the water.

The length of the samples, the temperature of the water and the duration of immersion shall be given by the relevant cable standard.

A DC voltage of between 80 V and 500 V shall then be applied between the conductor and the water.

The insulation resistance shall be measured 1 min after application of the voltage. The measured value shall be expressed in $M\Omega \cdot km$.

None of the resulting values shall be below the minimum insulation resistance value specified in the relevant cable standard.

NOTE The minimum values of the insulation resistance can be calculated (based on a volume resistivity of $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$) from the formula:

$$R = 0,0367 \log_{10} \frac{D}{d}$$

where:

R is the insulation resistance, in $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$;

D is the nominal outer diameter of the insulation, in mm;

d is the diameter of the circumscribed circle of the conductor or, for tinsel cables, the nominal inner diameter of the insulation, in mm.

5.5 Insulation resistance at temperatures above 90 °C

This test method applies to cables or cores with maximum rated conductor temperatures above 90 °C.

This test shall be made on the core samples previously submitted to the test described in 5.3 or, if this is not applicable, to the test described in 5.2.

A sample of 1,40 m in length shall be cut from the cable or core to be tested. Cover the central part of this test piece with a semi-conducting layer, and over this layer apply a metal braid or a metal tape in such a way as to obtain an active measuring length of 1,0 m.

At both ends of the active measuring length, leaving a gap 1 mm wide, a protective wire binding of approximately 5 mm wide shall be applied; any semi-conducting material covering the gap shall be removed (see Figure 1).

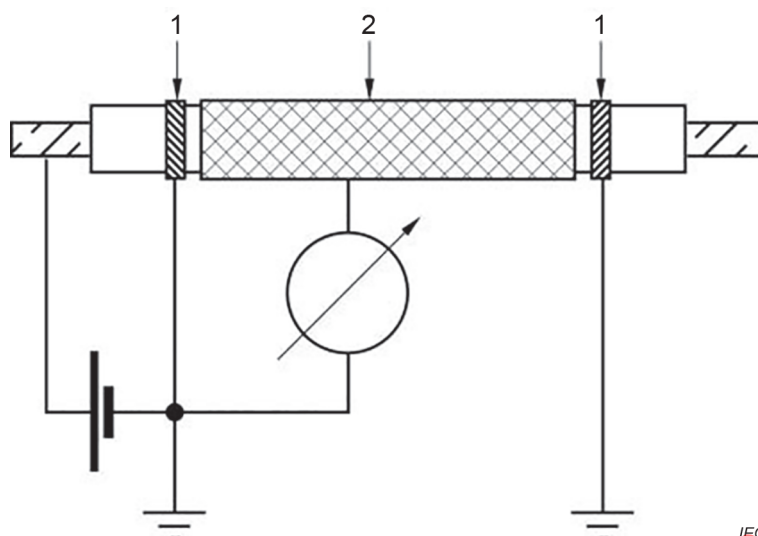
The sample shall then be wound to a ring with a diameter of approximately 15 D but at least 0,20 m (D is the nominal outer diameter of insulation).

The samples shall be maintained in an air oven for at least 2 h at the test temperature specified in the relevant cable standard. The clearance between the sample and the walls of the air oven shall be at least 50 mm.

After the conditioning period a DC voltage between 80 V and 500 V shall be applied between the conductor and the screen (semi-conducting layer and metal braid or metal tape including the protective wire binding being earthed), the sample still being kept in the air oven.

The insulation resistance shall be measured 1 min after application of the voltage and this value shall be used to calculate the insulation resistance of a 1 km length of cable. The measured value shall be expressed in $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$. See note under 5.4.

None of the resulting values shall be below the minimum insulation resistance value specified in the relevant cable standard.

**Key**

- 1 guard electrode (protective wire binding)
- 2 screen electrode

Figure 1 – Positioning of electrodes**5.6 Long-term resistance of insulation to direct current****5.6.1 Test sample**

Carry out the test on a sample of cable of 5 m in length from which all coverings have been removed. The cores of flat non-sheathed cables shall not be separated. Ensure any damage to the core(s) is avoided during removal of the coverings.

For cables having up to five cores, each core shall be tested. For multicore cables having more than five cores, one core of each colour in the cable shall be tested, and where the number of colours is less than five, duplicated coloured cores shall be tested as necessary to bring the number of cores tested up to a minimum of five.

5.6.2 Procedure

Immerse the sample, for the period and at the temperature given in the relevant cable standard, in an aqueous solution of sodium chloride having a concentration of 10 g/l, with a length of about 250 mm at each end of the sample projecting above the solution. Connect the negative pole of a 220 V DC supply to the conductor(s) of the sample and the positive pole to a copper electrode immersed in the solution for the time given in the relevant cable standard.

5.6.3 Requirements

No breakdown of the insulation shall occur during the test and, after the test, the exterior of the insulation shall show no sign of damage.

Discoloration of the insulation should be ignored.

5.7 Absence of faults in insulation**5.7.1 General**

Test all the cable that is in the final stage of manufacture, whether it is in delivery lengths or in manufacturing lengths prior to being cut into delivery lengths.

Test single core cables, whether sheathed or non-sheathed, by the spark test in accordance with 5.7.2. Test all other cables, including sheathed flat cables, with the voltage test in accordance with 5.7.3.

The requirements of 4.2 do not apply when the check for absence of faults is carried out as a routine (R) test.

5.7.2 Spark test

5.7.2.1 Procedure

Carry out the test in accordance with IEC 62230, except that the option to use a pulsed waveform high-voltage source is not permitted.

5.7.2.2 Requirements

No faults shall be detected during the test.

5.7.3 Voltage test

5.7.3.1 Procedure

With the cable in the dry state and at ambient temperature, apply a voltage of the magnitude given in the relevant cable standard, supplied either from an AC source or from a DC source, between each conductor and all the other conductors and the metallic layer if any, connected to earth.

Increase the voltage gradually and maintain it at the full value for the duration given in the relevant cable standard.

5.7.3.2 Requirements

No breakdown of the insulation shall occur during the test.

5.8 Surface resistance of sheath

5.8.1 Test samples

Carry out the test on three samples of completed cable, each about 250 mm in length.

5.8.2 Procedure

Clean the sheath of each of the samples with industrial methylated spirit, and apply two electrodes consisting of wire helices of copper wire of between 0,2 mm and 0,6 mm diameter, at a distance of (100 ± 2) mm from each other to each sample. After the wire has been applied, clean the surface of the sheath again thoroughly between the electrodes.

Condition the samples with electrodes attached in a conditioning chamber at a temperature of (20 ± 2) °C and a relative humidity of (65 ± 5) % for 24 h.

Immediately after removal from the conditioning chamber, apply a DC voltage of between 100 V and 500 V between the electrodes, and measure the resistance after 1 min.

Multiply the measured resistance of each sample, in ohms, by $a/100$, where a is the circumference of the sheath of the sample, in millimetres. Record the median of the three values so obtained as the surface resistance of the sheath.

5.8.3 Requirements

The median of the three values so obtained shall be not lower than the value in the cable standard.

6 Non-electrical test methods

6.1 Checking of the durability of colours and markings

Compliance with this requirement shall be checked by trying to remove the marking of the manufacturer's name or trade mark and the colours of cores or numerals by rubbing lightly ten times with a piece of cotton wool or cotton cloth soaked in water.

6.2 Measurement of thickness of insulation

6.2.1 Procedure

The thickness of insulation shall be measured in accordance with IEC 60811-201.

One sample of cable shall be taken from each of three places, separated by at least 1 m.

The preparation of the test pieces shall be done in accordance with IEC 60811-501.

Compliance shall be checked on each core of cables having up to five cores, and on any five cores of cables with more than five cores.

6.2.2 Evaluation of results

The mean of the 18 values (expressed in millimetres) obtained from the three pieces of insulation from each core shall be calculated to two decimal places and rounded as specified in IEC 60502-1, and this shall be taken as the mean value of the thickness of insulation.

The lowest of all values obtained shall be taken as the minimum thickness of insulation at any point.

6.3 Measurement of thickness of sheath

6.3.1 Procedure

The thickness of sheath shall be measured in accordance with IEC 60811-202.

One sample of cable shall be taken from each of three places, separated by at least 1 m.

6.3.2 Evaluation of results

The mean of all the values (expressed in millimetres) obtained from the three pieces of sheath shall be calculated to two decimal places and rounded as specified in IEC 60502-1, and this shall be taken as the mean value of the thickness of sheath.

The lowest of all values obtained shall be taken as the minimum thickness of sheath at any place.

6.4 Measurement of overall dimensions and ovality

The three samples taken in accordance with 6.2 or 6.3 shall be used.

The measurement of the overall diameter of any circular cable and of the overall dimensions of flat cables with a major dimension not exceeding 15 mm shall be carried out in accordance with IEC 60811-203.

For the measurement of flat cables with a major dimension exceeding 15 mm, a micrometer, a profile projector or similar device shall be used.

The mean of the values obtained shall be taken as the mean overall dimension.

For checking the cable ovality of circular sheathed cables, the difference between any two values of the overall diameter of sheathed circular cables of the same cross-section (ovality) shall not exceed 15 % of the mean overall diameter.

6.5 Solderability test for non-tinned conductors

6.5.1 General

The test is intended to verify the effectiveness of the separator between the non-tinned conductor and the insulation.

6.5.2 Selection of samples and preparation of test pieces

One sample having a length suitable for the bending test defined in 6.8 is taken at three points in the cable, and the cores in each sample are carefully separated from all other components.

Each sample of core thus obtained is wound for three turns on a mandrel, the diameter of which is a maximum of three times that of the core.

The sample is then unwound and straightened out, whereupon it is wound again in such a way that the side which was compressed in the first case becomes the stretched fibre in the second.

This cycle of operations is repeated two more times, which represents three bending operations in one direction and three in the other.

From each sample of core which has been straightened out after the third cycle of bending operations, a test piece having a length of about 15 cm is taken from that part of the core which has actually been wound.

Each test piece is then subjected to accelerated ageing in an air oven for 240 h at a temperature of $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

After this accelerated ageing, the test pieces are left at ambient temperature for at least 16 h.

Then each test piece is stripped at one end over a length of 60 mm and is subjected to the solderability test by the solder-bath method described in 6.5.4.

6.5.3 Description of the solder bath

The solder bath shall have a volume sufficient to ensure that the temperature of the solder remains uniform when the conductor is introduced. It shall be provided with a device which maintains the temperature of the solder at $270\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The depth of the solder bath shall be at least 75 mm.

The visible surface area of the bath shall be reduced as far as possible, by using a perforated plate of heat resistant material in order to protect the core against direct radiation from the bath.

The composition of the solder shall be tin (between 59,5 % and 61,5 %) and lead.

Impurities (as a percentage of the total mass) shall not exceed:

Antimony	0,50 %	Zinc	0,005 %
Bismuth	0,25 %	Aluminium	0,005 %
Copper	0,08 %	Others	0,080 %
Iron	0,02 %		

6.5.4 Test procedure

The surface of the solder bath shall be kept clean and shiny.

After immersion for 10 s at ambient temperature in a pickling bath consisting of a solution of zinc chloride in water (ZnCl_2 being 10 % of the total mass), the bare end of each test piece shall be immersed in the solder bath over a length of 50 mm in the direction of its longitudinal axis.

The speed of immersion is $25 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$.

The duration of immersion, after 50 mm of the sample is fully immersed, is $5 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$.

The speed of emergence is $25 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$.

Each test piece shall be subjected to three immersion cycles with a period of 10 s between each cycle.

6.5.5 Requirements

The part of the conductor that has been immersed shall be adequately tinned. The result is that the tinning should completely cover that treated area and not reveal any part of the conductor beneath.

6.6 Flexing test

6.6.1 General

This test is applicable to flexible cables with cores of nominal cross-sectional area up to and including 4 mm^2 .

This test is not applicable to cables having more than 18 cores laid up in more than two concentric layers.

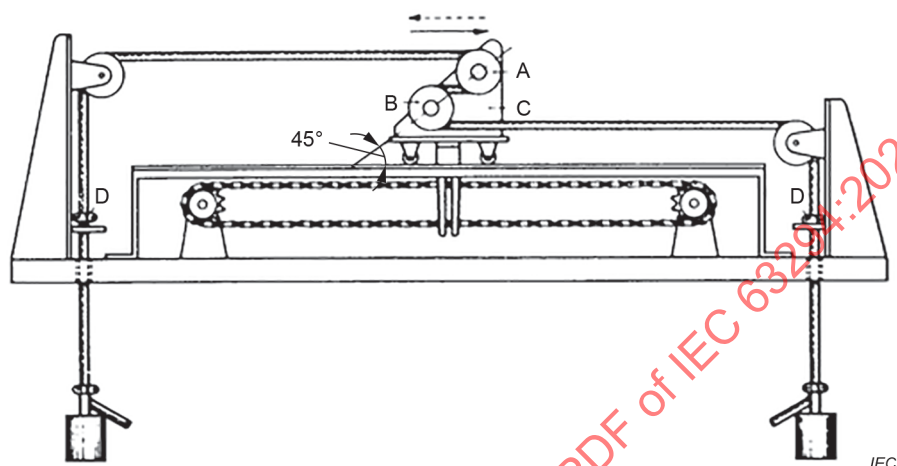
Test requirements are shown in the relevant cable standard.

6.6.2 Apparatus

This test shall be carried out by means of the apparatus shown in Figure 2. This apparatus consists of a carrier C, a driving system for the carrier and four pulleys for each sample of cable to be tested. The carrier C supports two pulleys A and B, which are of the same diameter. The two fixed pulleys, at either end of the apparatus, may be of a different diameter from pulleys A and B, but all four pulleys shall be so arranged that the sample is horizontal between them. The carrier makes cycles (forward and backward movements) over a distance of 1 m at an approximately constant speed of $0,33 \text{ m/s}$ between each reversal of the direction of movement.

The pulleys shall be made of metal and have a semi-circular shaped groove for circular cables and a flat groove for flat cables. The restraining clamps D shall be fixed so that the pull is always applied by the weight from which the carrier is moving away. The distance from one restraining clamp to its support, while the other clamp is resting on its support, shall be of 5 cm maximum.

The driving system shall be such that the carrier turns smoothly and without jerks when it reverses from one direction to another.



Key

- A pulley
- B pulley
- C carrier
- D restraining clamps

Figure 2 – Flexing apparatus

6.6.3 Sample preparation

A sample of flexible cable about 5 m long shall be routed through the pulleys, as shown in Figure 2, each end being loaded with a weight.

The mass of this weight and the diameter of pulleys A and B are given in the relevant cable standard.

6.6.4 Current applied on cores

For the current application either a low voltage or a voltage of about 230/400 V may be used.

During the flexing test, the current specified in the relevant cable standard shall pass thorough the cable cores.

6.6.5 Voltage between cores

For two-core cables the voltage between the conductors shall be about 230 V AC. For all other cables having three or more cores, a three-phase AC voltage of about 400 V shall be applied to three conductors, any additional conductors being connected to the neutral. Three adjacent cores shall be tested. In case of a two-layer construction, the tested cores shall be from the outer layer. This also applies when a low voltage current loading system is used.

6.6.6 Fault detection (construction of the flexing apparatus)

The flexing apparatus shall be constructed so that it will detect and stop if the following occurs during the flexing test:

- interruption of the current;
- short circuit between the conductors;
- short circuit between the test sample and the pulleys (flexing apparatus).

6.7 Static flexibility test

Test requirements are shown in the relevant cable standard.

Before the test, the cable shall be conditioned at $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 24 h in a vertical position.

A sample with a length of $3 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ shall be tested in an apparatus similar to that shown in Figure 3. Two clamps, A and B, shall be located at a height of at least 1,5 m above ground level.

Clamp A shall be fixed and clamp B shall move horizontally at the level of clamp A.

The ends of the sample shall be clamped vertically (and remain vertical during the test), one end in clamp A, the other in the movable clamp B which shall be at a distance of 0,20 m from clamp A. The cable takes roughly the shape indicated in Figure 3 by the dotted lines.

The movable clamp B shall then be moved away from the fixed clamp A until the loop formed by the cable takes the shape, indicated in Figure 3 by the heavy outline, of the U enclosed wholly between two plumb lines through the clamps and set up tangentially to the outer parallel surfaces of the bent cable. The cable shall be turned in the clamp, through 180° , and the test repeated.

The mean of the two values of l' shall be measured between the two plumb lines.

If the results of the test are unfavourable, the sample shall be pre-conditioned by winding it four times on and off a reel with a diameter approximately 20 times the outer diameter of the cable; in this case, the sample shall be turned each time through 90° . After this pre-conditioning, the sample shall be subjected to the test described above and shall meet the specified requirements.

Dimensions in metres

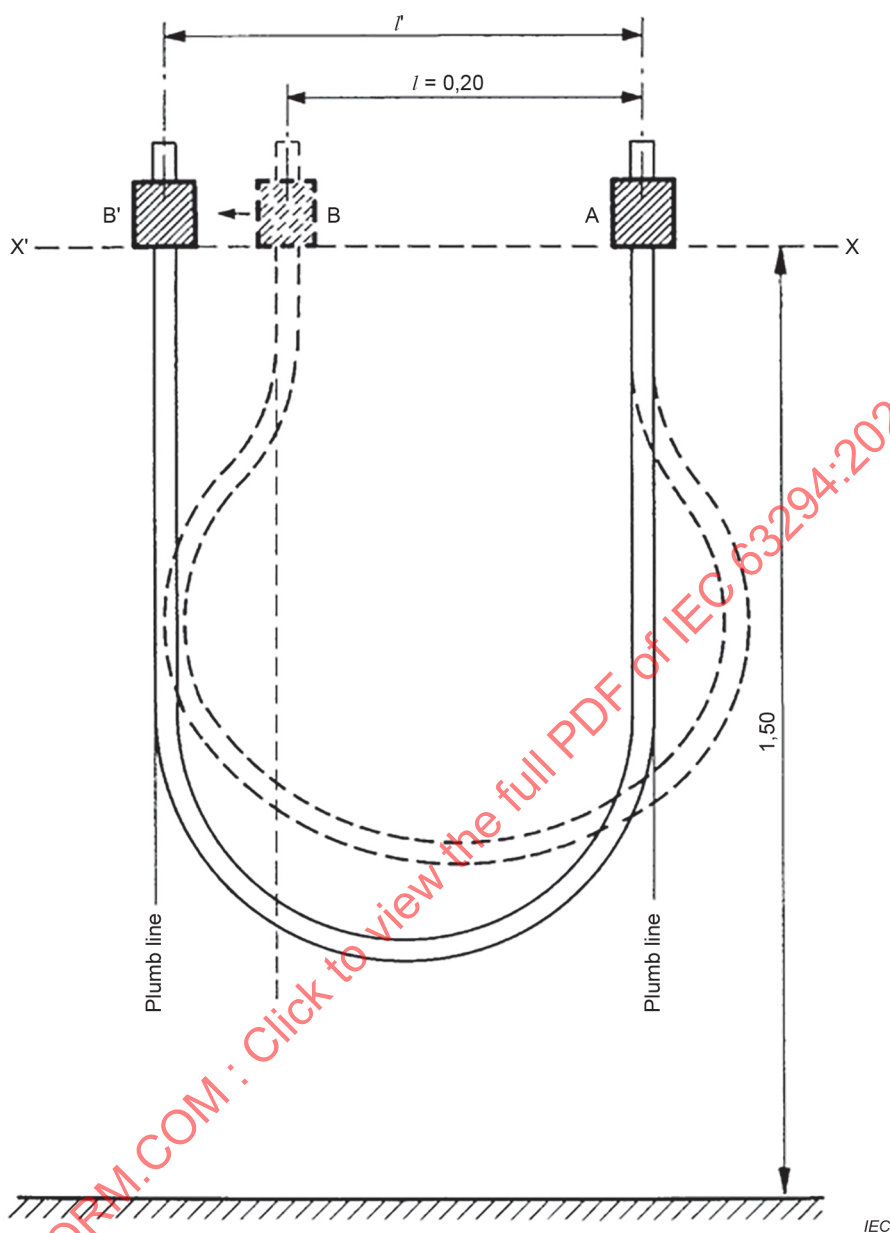


Figure 3 – Static flexibility test

6.8 Bending test

Test requirements are shown in the relevant cable standard.

A sample of cord of appropriate length shall be fixed in the apparatus as shown in Figure 4, and loaded with a weight having a mass of 0,5 kg. A current of a nominal value of 0,1 A shall be passed through the conductors.

The sample shall be bent backwards and forwards in a direction perpendicular to the plane of the axes of the conductors, the two extreme positions making an angle of 90° on both sides of the vertical.

A flexing is a movement through 180° . The rate of flexing is 60 cycles per minute.

If the sample does not comply with the requirements set by the relevant cable standard, the test shall be repeated with two additional samples, both of which shall then comply with the requirements.

Dimensions in millimetres

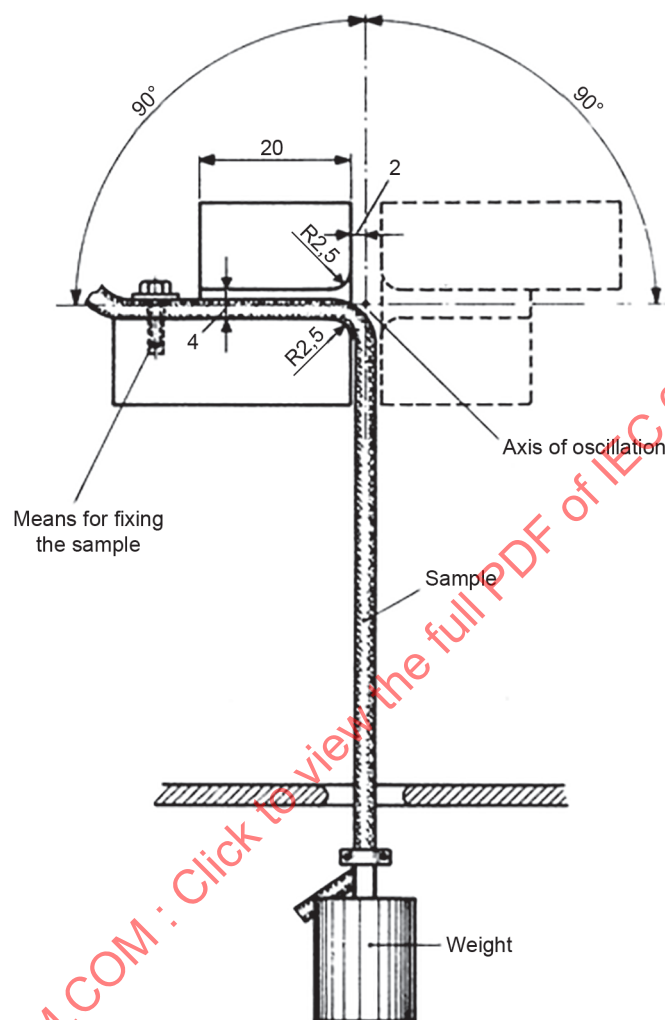


Figure 4 – Bending test apparatus

6.9 Wear resistance test

Test requirements are shown in the relevant cable standard.

This test shall be made on three pairs of samples of flexible cable, each sample having a length of about 1 m.

In each pair, one sample shall be wound so as to give nearly two turns on a fixed reel having a diameter of 40 mm at the bottom of the groove as shown in Figure 5, the distance between the flanges of the reel being such that the turns are in close contact with each other. The sample shall then be fixed to prevent any movement relative to the reel.

The other sample shall be placed in the groove formed by the turns and a weight having a mass of 500 g shall be attached to one end.

The other end shall be moved up and down over a distance of 0,10 m, at a rate of about 40 single strokes per minute.

Dimensions in millimetres

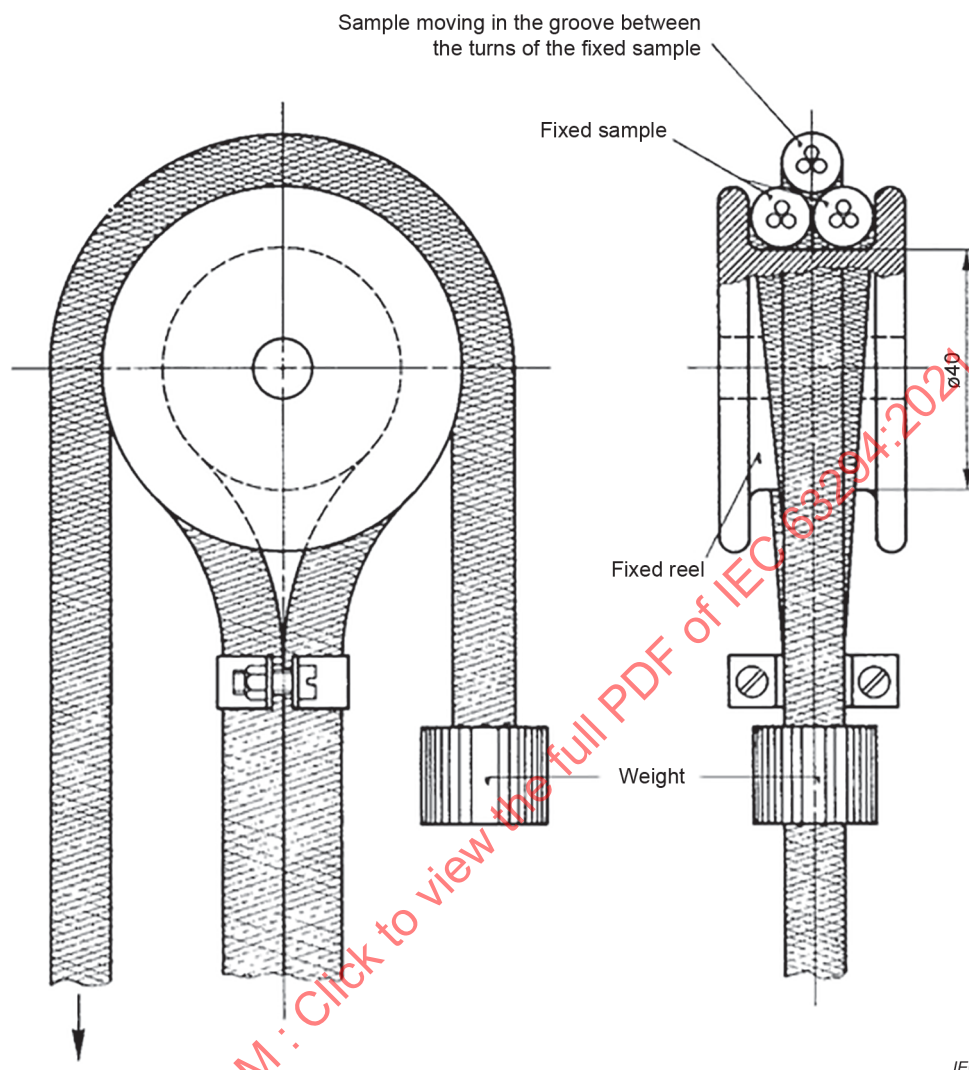


Figure 5 – Arrangement for wear-resistance test

6.10 Drop test

Test requirements are shown in the relevant cable standard.

A sample of cable of appropriate length shall be attached by one end to a rigid support, and a weight having a mass of 500 g shall be secured to the sample 0,5 m below the point of attachment. A current of about 0,1 A shall be passed through the conductors. The weight shall be raised to the point of attachment and then dropped, five times.

6.11 Void

6.12 Three-pulley flexing test

6.12.1 Test method

The test shall be carried out in accordance with 6.6 except for the following modifications to the apparatus described hereafter.

a) Carrier

The apparatus described in 6.6.2 shall have a modified carrier C, as shown in Figure 6.

b) Pulley wheels

The three pulley wheels of the modified carrier C shall be of equal diameter in accordance with what is stated in the relevant product standard.

c) Speed of carrier

The constant speed of the modified carrier C shall be approximately 0,1 m/s.

d) Weight

The weight applied to stress the conductor as described in 6.6 shall be calculated on the basis of 28 N/mm² of the conductor cross-section.

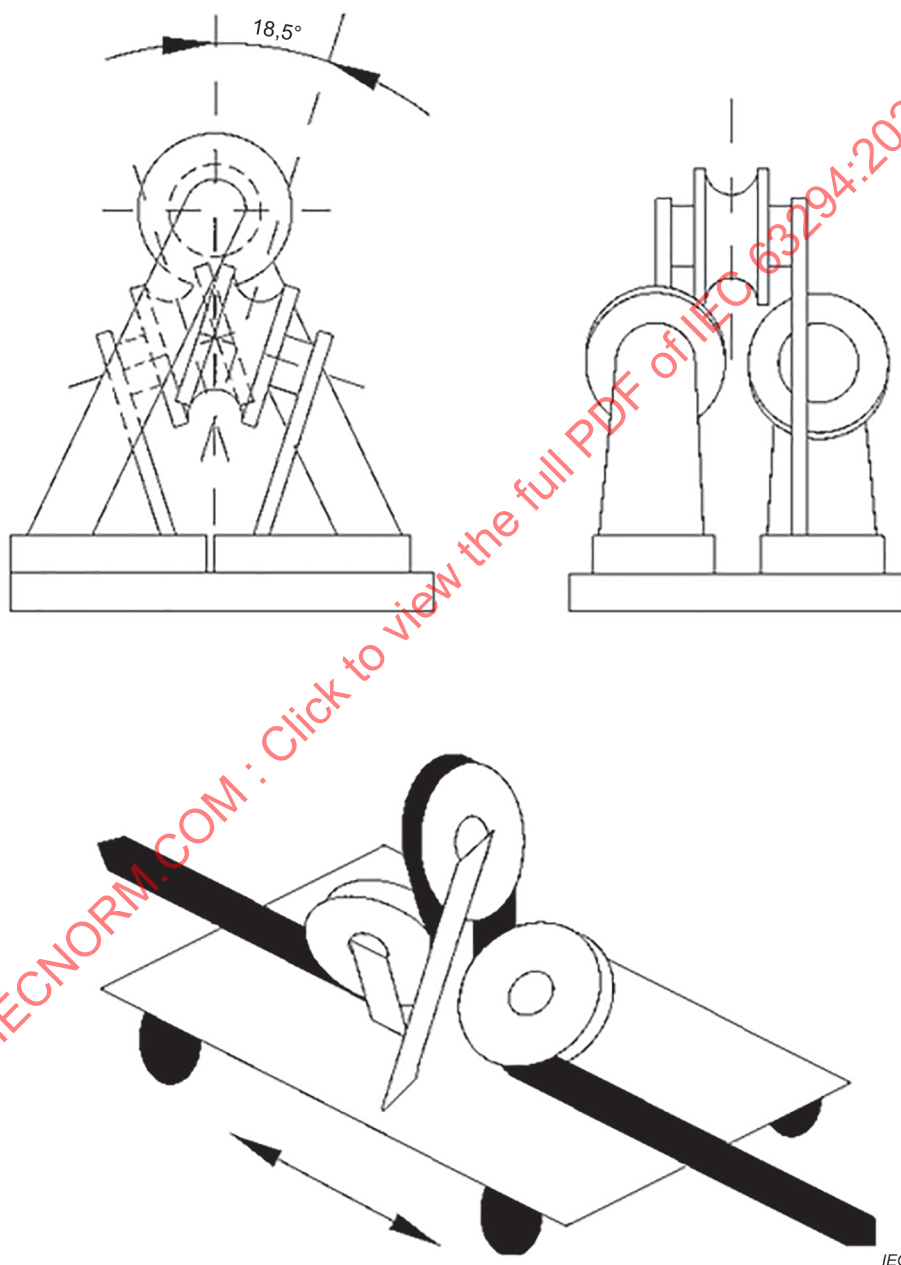


Figure 6 – Modified carrier C

6.12.2 Requirements

During the test consisting of 1 000 cycles, i.e. 2 000 single movements, neither interruption of the current, nor short-circuit between the conductors, nor short circuit between the cable and the pulleys (the flexing apparatus) shall occur.

After the required number of cycles the sheath of the cable shall be removed. The cores shall then withstand the voltage test carried out in accordance with 5.3, at a voltage specified in the relevant cable standard.

6.13 Kink test

6.13.1 Applicability

The test is applicable to two- and three-core sheathed cables, with a conductor cross-sectional area up to and including 1,5 mm².

6.13.2 Apparatus

The test shall be carried out by means of a tensile strength testing machine or equivalent apparatus.

There shall be two clamps for fixing the cable. The upper clamp shall be capable of upward and downward movement. The lower clamp shall allow free movement in the vertical direction, but shall be prevented from twisting about its vertical axis so that no change to the torsion in the cable is introduced during the test. The arrangement is shown in Figure 7.

6.13.3 Sample

The test cable sample shall have a length of approximately 1 m. The cable shall be twisted three times, as shown in position 1 (starting position only) of Figure 7, and then fixed in the upper and lower clamps so that the starting distance between the clamps is 200 mm. The total extended length of cable between the two clamps is approximately 800 mm, as shown in position 2 (extended position) of Figure 7.

Four samples shall be prepared for testing, two with the twists applied clockwise and two counter-clockwise.

6.13.4 Test procedure

The lower clamp shall be loaded with a weight sufficient to exert the tensile force given in the relevant product standard.

Each conductor of the cable shall be loaded with current, as specified in the relevant product standard. The current may be at a low voltage.

The moveable upper clamp shall make upward and downward movements at the rate of nine complete cycles per minute (one complete cycle equals one upward and downward movement). The distance of travel for each movement (up or down) shall be 650 mm.

When the upper clamp is fully raised, the weight attached to the bottom clamp shall have been raised by about 50 mm (see Figure 7, position 2).

A total of 3 000 cycles shall be made on each sample.

6.13.5 Requirements

During the test neither interruption of the current nor short circuit between conductors shall occur.

Also there shall be no damage (cracking or tearing) to the sheath or any outer covering (textile braid). Textile braids shall have no gap bigger than 2 mm.

At the conclusion of the test the sheath and any outer covering shall be removed, and the cores shall be subjected to the voltage test in accordance with 5.3.

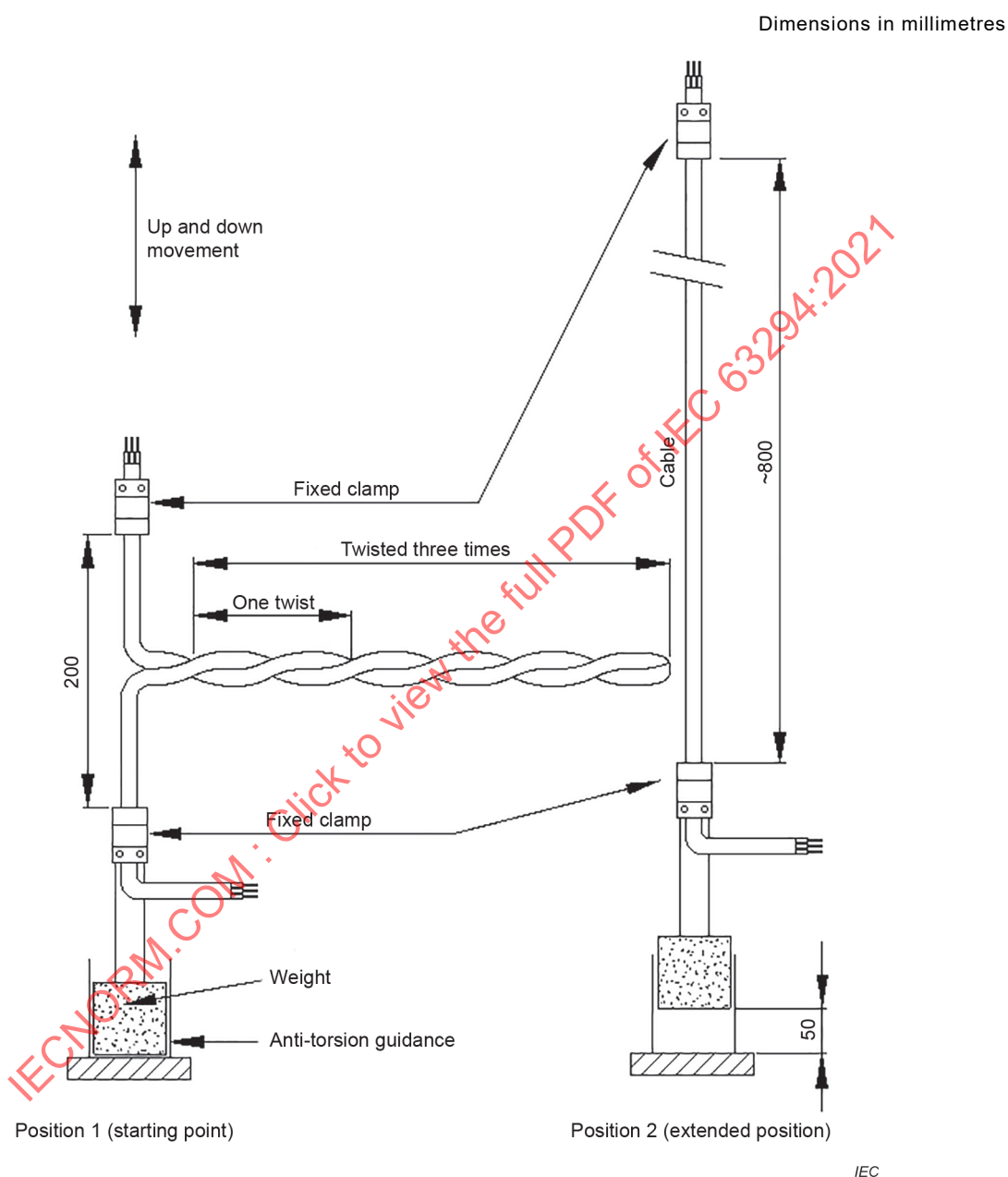


Figure 7 – Kink test apparatus

6.14 Tests for mechanical properties after air oven ageing of insulation consisting of rubber compound

6.14.1 General

The tests shall be carried out in accordance with IEC 60811-501 and IEC 60811-401 in conjunction with the modifications and additions given in 6.14.3 and 6.14.4.

Test conditions and test requirements are given in the relevant standard.

6.14.2 Sampling and preparation

One sample of each core to be tested being of sufficient length shall be taken to provide a minimum of five test pieces for the tensile test after each of the required ageing treatments.

6.14.3 Ageing procedure

The ageing of the pieces of core with the conductor in place shall be carried out as described for tubular and dumb-bell test pieces in IEC 60811-401:2012, Clause B.1.

In cases where it is to be expected that the conductor and the separator, if any, cannot be removed after the relevant ageing treatment without damaging the insulation, it is permitted to remove approximately 30 % of the wires forming the conductor before the ageing treatment.

6.14.4 Preparation of test pieces and tensile test

As soon as the ageing period is completed, the pieces of core shall be removed from the oven or bomb and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

Test pieces shall be prepared in accordance with IEC 60811-501.

For the preparation of dumb-bell test pieces the side of the insulation which was facing the conductor shall be cut or ground in such a way that the material removed on that side shall be the minimum compatible with adequate smoothing.

After this preparation, test pieces shall be subjected to the determination of the cross-sectional area, the conditioning and tensile test procedure in accordance with IEC 60811-501.

6.15 Test for resistance to heat of textile braids

6.15.1 General

The test is designed to show that the textile braid has adequate resistance to heat.

6.15.2 Apparatus

Electrically heated cabinet with natural air flow.

An aluminium block according to Figure 8, with smooth, flat surfaces. Surface finish shall be in accordance with ISO 1302; roughness class Ra 50; mass of test piece is 1 000 g ± 50 g.

Steel base plate and upright, with guide rods, according to Figure 8, so designed that the aluminium block can slide between the guide rods without impediment and that any lateral tilting is avoided.

Timer, for example, stop-watch.

6.15.3 Test sample

The test sample shall be a length of complete cable, approximately 300 mm long.

6.15.4 Preparation

The test sample shall be straightened and arranged in the middle of the aluminium block and as closely as possible to the mean longitudinal axis of the steel base plate as shown in Figure 8, so that one end of the sample protrudes approximately 100 mm from the rear lead-in hole.

The aluminium block shall then be kept in the heating cabinet at a temperature of $260\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for at least 4 h.

6.15.5 Test procedure

Take the aluminium block out of the cabinet and immediately place it on the test sample for (60^{+3}_0) s. Subsequently, the aluminium block shall be removed from the test sample.

6.15.6 Requirements

The test is regarded as successful if the braid, or any component of the braid, does not show any melting or charring.

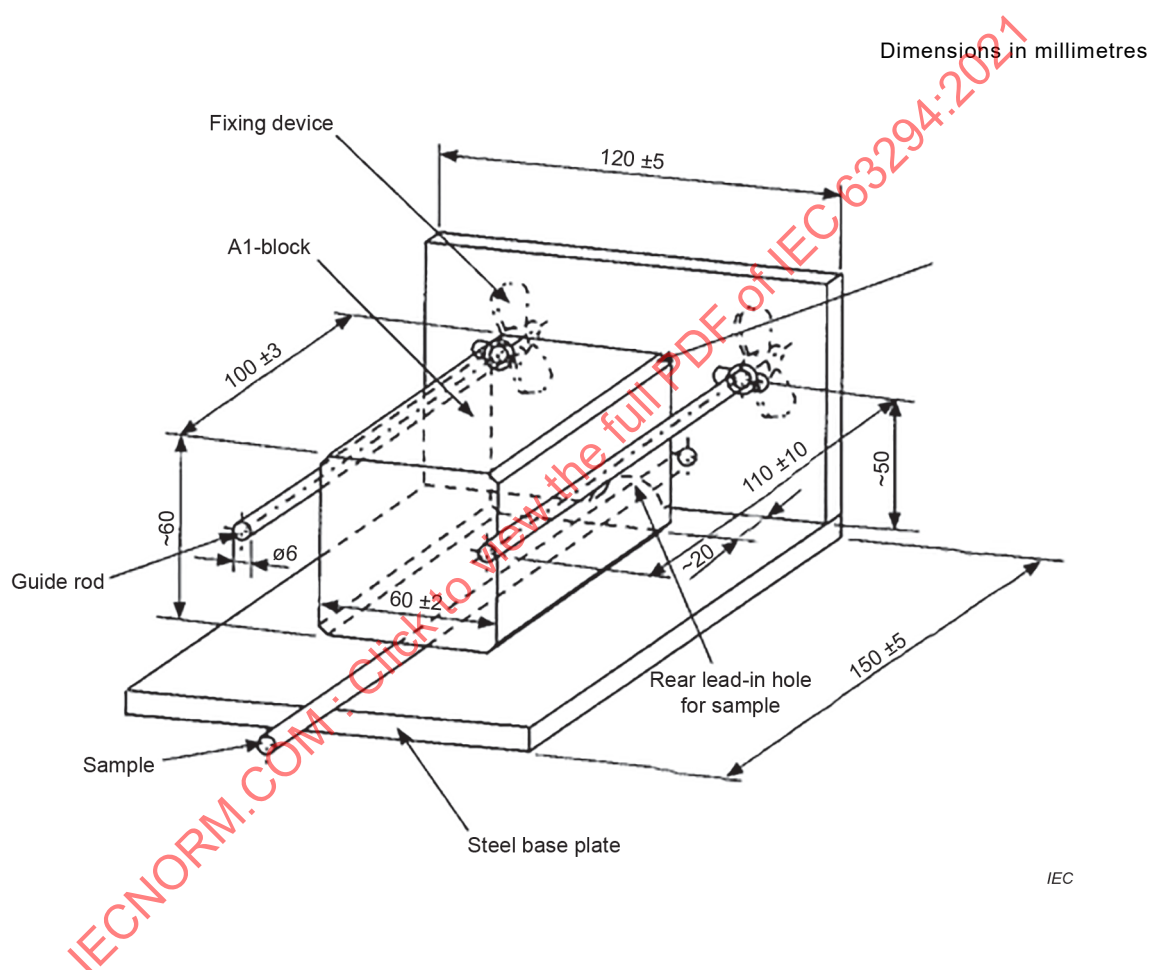


Figure 8 – Assembled test apparatus

6.16 Test for resistance of sheath to water

6.16.1 General

This test is to demonstrate the effect of water on the mechanical properties of the sheath by determining the tensile strength and elongation at break of the sheathing materials in the unconditioned state as manufactured and in the conditioned state after immersion in water.

The tensile tests on the conditioned and unconditioned test pieces shall be made in immediate succession.

6.16.2 Sampling and preparation of test pieces

Prepare test pieces in accordance with the procedure described in IEC 60811-501.

The cross-sectional area of the sample shall be determined before immersion in water.

6.16.3 Procedure

Immerse the dumb-bell test pieces in de-ionized water for the time and at the temperature given in the relevant cable standard for the sheathing material. Following this immersion, allow the test pieces to cool to a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ before removing them from the water. Dry the test pieces with absorbent paper and within 60 min of drying, measure both the tensile strength and the elongation at break in accordance with the procedure described in IEC 60811-501.

6.16.4 Evaluation of results

Calculate the tensile strength and the elongation at break in accordance with the procedure described in IEC 60811-501.

6.17 Chemical test: Determination of halogens – Elemental test

WARNING – Owing to its potentially hazardous nature, the fusion operation should be carried out in a fume cupboard, using a safety screen.

6.17.1 Equipment

- Bunsen burner;
- three small or medium soda glass test tubes (approximately 50 mm × 10 mm);
- test tube holder;
- evaporating basin or mortar;
- wire gauze;
- funnel;
- filter paper.

6.17.2 Materials

- sample to be analysed;
- sodium metal;
- dilute nitric acid (5 %);
- aqueous silver nitrate (5 %);
- dilute ammonia (10 %);
- freshly made up zirconium-alizarin red S reagent;
- glacial acetic acid;
- acid/pH indicator papers.

6.17.3 Procedure

6.17.3.1 Sodium fusion

Place 200 mg to 250 mg of the sample into the bottom of a small soda glass test tube. Add 10 ml of distilled or de-ionized water to the evaporating basin and place this in the fume cupboard behind the safety screen. Whilst holding the test tube firmly with the test tube holder at an angle of 45° to 60° to the vertical, introduce a piece of freshly cut, clean sodium (about the size of a small pea) (200 mg to 250 mg) into the mouth of the test tube without allowing it to come into contact with the sample. With the safety screen in place, heat the sodium gently until it melts and runs down on to the sample (there may be a vigorous reaction when the molten sodium reaches the sample if halogens are present). Heat the tube gently for about 1 min, then more strongly until the lower 20 mm of the tube glows red hot. Plunge the red hot tube into the water in the evaporating basin, immediately placing the gauze on top. (The gauze prevents any loss of material when the tube shatters on contact with the water.) Allow any unreacted sodium to

react before grinding up the solution and glass. Filter, and separate the filtrate into two equal portions.

6.17.3.2 Identification of the presence of chlorine and/or bromine

To the first portion of the filtrate, add sufficient nitric acid to make the solution acidic. Boil this solution until its total volume has been reduced by half (this is to remove any HCN or H₂S, if present, which would interfere with the test). Add 1 ml of silver nitrate solution.

A white or yellowish-white precipitate indicates the presence of halogen (Cl, Br) in the original sample (if the liquor is decanted, and the precipitate is white and readily soluble in dilute ammonia, then chloride is present).

6.17.3.3 Identification of the presence of fluorine

To the second portion of the filtrate, acidify with glacial acetic acid. Boil this solution until its total volume has been reduced by half. Add two to three drops of freshly prepared zirconium lake reagent (equal volumes of: a) alizarin solution: 0,05 g alizarin Red-S in 50 ml distilled water, b) zirconium solution: 0,05 g zirconium nitrate in 10 ml concentrated HCl diluted with 50 ml distilled water). Heat at 40 °C for 1h.

The presence of fluoride is indicated by the red or pink colouration being bleached to yellow.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

Annex A (informative)

Cross-references table

This document is based on IEC 60227-2, IEC 60245-2, IEC 62821-2 and IEC 63010-2 testing standards. These standards will be withdrawn once this document is published. Table A.1 lists the cross-references between this document and the standards it is based on.

Table A.1 – Cross-references for tests

Clause or sub-clause	Test name	IEC 60227-2:1997 and IEC 60227-2:1997/AMD 1:2003	IEC 60245-2:1994, IEC 60245-2:1994/AMD1:1997 and IEC 60245-2:1994/AMD2:1997	IEC 62821-2:2015	IEC 63010-2:2017
5	Electrical test methods				
5.1	Electrical resistance of conductors	2.1	2.1		
5.2	Voltage test carried out on completed cables	2.2	2.2		
5.3	Voltage test on cores in water	2.3	2.3	5.1.4	5.1.4
5.4	Insulation resistance	2.4			
5.5	Insulation resistance at temperatures above 90 °C		2.4		
5.6	Long-term resistance of insulation to direct current			5.1.1	5.1.1
5.7	Absence of faults in insulation			5.1.2	5.1.2
5.8	Surface resistance of sheath			5.1.3	5.1.3
6	Non-electrical test methods				
6.1	Checking of the durability of colours and markings	1.8	1.8		
6.2	Measurement of thickness of insulation	1.9	1.9		
6.3	Measurement of thickness of sheath	1.10	1.10		
6.4	Measurement of overall dimensions and ovality	1.11	1.11		
6.5	Solderability test for non-tinned conductors		1.12		
6.6	Flexing test	3.1	3.1		
6.7	Static flexibility test	3.5	3.2		
6.8	Bending test	3.2			
6.9	Wear resistance test		3.3		
6.10	Drop test	3.3			
6.11	Void				
6.12	Three-pulley flexing test		3.5		
6.13	Kink test		3.6		
6.14	Tests for mechanical properties after air oven ageing of insulation consisting of rubber compound		4		
6.15	Test for resistance to heat of textile braids		6		
6.16	Test for resistance of sheath to water			5.2.1	5.2.1
6.17	Chemical test: Determination of halogens – Elemental test			5.3	5.3

Bibliography

IEC 60227-2:1997, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*
IEC 60227-2:1997/AMD1:2003

IEC 60245-2:1994, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*
IEC 60245-2:1994/AMD1:1997
IEC 60245-2:1994/AMD2:1997

IEC 60811 (all parts), *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*

IEC 62821-2:2015, *Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 63010-2:2017, *Halogen-free thermoplastic insulated and sheathed flexible cables of rated voltages up to and including 300/300 V – Part 2: Test methods*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	33
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Termes et définitions	35
4 Exigences générales	36
4.1 Echantillonnage	36
4.2 Préconditionnement	36
4.3 Température d'essai	36
4.4 Tension d'essai	36
4.5 Valeurs d'essai	36
5 Méthodes d'essais électriques	36
5.1 Résistance électrique des âmes	36
5.2 Essai de tension effectué sur les conducteurs et câbles complets	37
5.3 Essai de tension sur des conducteurs immergés dans l'eau	37
5.3.1 Généralités	37
5.3.2 Echantillon d'essai	37
5.3.3 Procédure	37
5.3.4 Exigences	37
5.4 Résistance d'isolement	37
5.5 Résistance d'isolement à des températures supérieures à 90 °C	38
5.6 Résistance à long terme de l'enveloppe isolante à un courant continu	39
5.6.1 Echantillon d'essai	39
5.6.2 Procédure	39
5.6.3 Exigences	39
5.7 Absence de défauts de l'enveloppe isolante	40
5.7.1 Généralités	40
5.7.2 Essai au défilement à sec (Sparker)	40
5.7.3 Essai de tension	40
5.8 Résistance superficielle de la gaine	40
5.8.1 Echantillons d'essai	40
5.8.2 Procédure	40
5.8.3 Exigences	41
6 Méthodes d'essais non électriques	41
6.1 Vérification de la durabilité des couleurs et des marquages	41
6.2 Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	41
6.2.1 Procédure	41
6.2.2 Evaluation des résultats	41
6.3 Mesurage de l'épaisseur de la gaine	41
6.3.1 Procédure	41
6.3.2 Evaluation des résultats	42
6.4 Mesurage des dimensions extérieures et de l'ovalisation	42
6.5 Essai de brasabilité des âmes non étamées	42
6.5.1 Généralités	42
6.5.2 Choix des échantillons et préparation des éprouvettes	42
6.5.3 Description du bain d'alliage	43
6.5.4 Procédure d'essai	43

6.5.5	Exigences.....	43
6.6	Essai de flexion	44
6.6.1	Généralités.....	44
6.6.2	Appareillage	44
6.6.3	Préparation de l'échantillon	45
6.6.4	Courant appliqué sur les conducteurs.....	45
6.6.5	Tension entre les conducteurs.....	45
6.6.6	Localisation d'un défaut (construction de l'appareillage d'essai de flexion)	45
6.7	Essai statique de souplesse.....	45
6.8	Essai de pliages.....	46
6.9	Essai de résistance à l'usure.....	47
6.10	Essai de chute	48
6.11	Vacant	49
6.12	Essai de flexion à trois poulies.....	49
6.12.1	Méthode d'essai	49
6.12.2	Exigences.....	50
6.13	Essai de coque	51
6.13.1	Applicabilité	51
6.13.2	Appareillage	51
6.13.3	Echantillon.....	51
6.13.4	Procédure d'essai	51
6.13.5	Exigences.....	51
6.14	Essais des propriétés mécaniques après vieillissement en étuve à air des matériaux isolants en élastomère	52
6.14.1	Généralités.....	52
6.14.2	Echantillonnage et préparation	53
6.14.3	Procédure de vieillissement.....	53
6.14.4	Préparation des éprouvettes et essai de traction	53
6.15	Essai de résistance à la chaleur des tresses textiles.....	53
6.15.1	Généralités.....	53
6.15.2	Appareillage	53
6.15.3	Echantillon d'essai.....	53
6.15.4	Préparation.....	54
6.15.5	Procédure d'essai	54
6.15.6	Exigences.....	54
6.16	Essai de résistance de la gaine à l'eau	55
6.16.1	Généralités.....	55
6.16.2	Echantillonnage et préparation des éprouvettes.....	55
6.16.3	Procédure.....	55
6.16.4	Evaluation des résultats.....	55
6.17	Essai chimique: détermination des halogènes – essai élémentaire.....	55
6.17.1	Matériel	55
6.17.2	Matériaux	55
6.17.3	Procédure.....	56
Annexe A (informative)	Tableau de références croisées.....	57
Bibliographie.....		58

Figure 1 – Placement des électrodes	39
Figure 2 – Appareillage d'essai de flexion	44
Figure 3 – Essai statique de souplesse	46
Figure 4 – Appareillage d'essai de pliages	47
Figure 5 – Montage d'essai de résistance à l'usure	48
Figure 6 – Chariot C modifié	50
Figure 7 – Appareillage d'essai de coque	52
Figure 8 – Appareillage d'essai assemblé	54
Tableau A.1 – Références croisées pour les essais	57

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAIS POUR LES Câbles ÉLECTRIQUES DE
TENSION ASSIGNÉE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V****AVANT-PROPOS**

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

L'IEC 63294 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule et remplace l'IEC 60227-2:1997, l'IEC 60227-2:1997/AMD1:2003, l'IEC 60245-2:1994, l'IEC 60245-2:1994/AMD1:1997, l'IEC 60245-2:1994/AMD2:1997, l'IEC 62821-2:2015 et l'IEC 63010-2:2017. L'Annexe A fournit un tableau de références croisées pour les essais.

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

Projet	Rapport de vote
20/1970/FDIS	20/1990/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63294:2021

MÉTHODES D'ESSAIS POUR LES Câbles ÉLECTRIQUES DE TENSION ASSIGNÉE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes d'essais pour les câbles électriques de tension assignée au plus égale à 450/750 V, qui ne sont pas fournies dans la série IEC 60811.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-401:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 62230, *Câbles électriques – Méthode d'essai au défilement à sec (sparker)*

IEC 60502-1, *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) (disponible en anglais seulement)*

ISO 1302, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Indication des états de surface dans la documentation technique de produits*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Exigences générales

4.1 Echantillonnage

Si l'enveloppe isolante ou la gaine comporte un marquage en relief, les échantillons utilisés pour les essais doivent être prélevés en incluant ce marquage.

Sauf spécification contraire, pour les câbles multiconducteurs, à l'exception de l'essai spécifié en 5.6 et en 6.2, les essais ne doivent pas être effectués sur plus de trois conducteurs (de couleurs différentes lorsque cela est possible).

4.2 Préconditionnement

Tous les essais doivent être effectués au moins 16 h après l'extrusion ou la vulcanisation des mélanges d'isolation ou de gainage.

4.3 Température d'essai

Sauf indication contraire dans la norme relative au câble, les essais doivent être effectués à une température ambiante de $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

4.4 Tension d'essai

Sauf indication contraire dans la norme relative au câble, les tensions d'essai doivent être des tensions alternatives de forme approximativement sinusoïdale et d'une fréquence comprise entre 49 Hz et 61 Hz. Le rapport entre la valeur de crête et la valeur efficace doit être égal à $\sqrt{2}$ avec une tolérance de $\pm 7 \%$.

Les valeurs citées sont des valeurs efficaces.

4.5 Valeurs d'essai

Les conditions d'essai complètes (températures, durées) et les exigences d'essai complètes ne sont pas spécifiées dans le présent document. Il convient normalement que celles-ci soient indiquées dans la norme relative au câble.

Les exigences d'essai fournies dans le présent document peuvent être modifiées par la norme relative au câble afin de répondre aux besoins d'un type de câble particulier.

5 Méthodes d'essais électriques

5.1 Résistance électrique des âmes

Pour vérifier la résistance électrique des âmes, la résistance de chaque âme doit être mesurée sur un échantillon de câble d'au moins 1 m de longueur. La longueur de chaque échantillon doit être mesurée.

Si nécessaire, une correction à $20 ^\circ\text{C}$ et à une longueur de 1 km doit être réalisée en appliquant la formule:

$$R_{20} = R_t \times \frac{254,5}{234,5 + t} \times \frac{1\,000}{L}$$

où:

R_{20} est la résistance à $20 ^\circ\text{C}$, en ohms/kilomètre;

R_t est la résistance de L mètres de câble à $t ^\circ\text{C}$, en ohms;

- t est la température de l'échantillon au moment de la mesure, en degrés Celsius;
- L est la longueur d'échantillon du câble, en mètres (longueur de l'échantillon complet et non des âmes ou des brins du câble).

5.2 Essai de tension effectué sur les conducteurs et câbles complets

Un échantillon de câble à l'état de livraison doit être immergé dans un bain d'eau. La longueur de l'échantillon, la température de l'eau, la durée d'immersion et la tension d'essai doivent être indiquées dans la norme relative au câble.

Une tension doit être appliquée successivement entre chaque âme et les autres âmes reliées à la couche ou au composant métallique, le cas échéant, ou à l'eau; puis entre toutes les âmes et la couche ou le composant métallique, le cas échéant, ou l'eau.

Aucun claquage de l'enveloppe isolante ne doit se produire pendant l'essai.

5.3 Essai de tension sur des conducteurs immergés dans l'eau

5.3.1 Généralités

Cet essai s'applique aux câbles sous gaine, aux câbles sous tresse et aux câbles méplats sans gaine.

5.3.2 Echantillon d'essai

Préparer un échantillon de câble d'une longueur de 5 m en enlevant soigneusement, sans endommager les conducteurs, la gaine ou la tresse complète et tout autre revêtement ou bourrage d'une longueur de câble complet.

Dans le cas d'un câble méplat sans gaine, prélever un échantillon de 5 m, pratiquer une découpe dans l'enveloppe isolante entre les conducteurs et séparer à la main les conducteurs sur une longueur de 2 m, sans endommager les conducteurs.

5.3.3 Procédure

Immerger l'échantillon dans l'eau à la température et pendant la durée indiquées dans la norme relative au câble. Vérifier que les extrémités des conducteurs émergent de l'eau sur une distance suffisante pour empêcher une fuite superficielle excessive lorsque la tension d'essai est appliquée. Appliquer une tension entre les conducteurs et l'eau, de l'ampleur et pendant la durée indiquées dans la norme relative au câble.

5.3.4 Exigences

Aucun claquage de l'enveloppe isolante ne doit se produire pendant l'essai.

5.4 Résistance d'isolement

Cet essai doit être effectué sur des échantillons de conducteur d'une longueur de 5 m, préalablement soumis à l'essai décrit en 5.3 ou, si celui-ci n'est pas applicable, à l'essai décrit en 5.2.

L'échantillon doit être immergé dans de l'eau préalablement chauffée à la température indiquée dans la norme relative au câble. Chaque extrémité de l'échantillon doit être maintenue au-dessus de l'eau sur une longueur d'environ 0,25 m.

La longueur des échantillons, la température de l'eau et la durée d'immersion doivent être indiquées dans la norme relative au câble.

Une tension continue comprise entre 80 V et 500 V doit ensuite être appliquée entre l'âme et l'eau.

La résistance d'isolement doit être mesurée 1 min après l'application de la tension. La valeur mesurée doit être exprimée en $M\Omega \cdot km$.

Aucune des valeurs ainsi obtenues ne doit être inférieure à la valeur de résistance d'isolement minimale spécifiée dans la norme relative au câble.

NOTE Les valeurs de résistance d'isolement minimales peuvent être calculées (selon une résistivité volumique de $1 \times 10^8 \Omega \cdot m$) à l'aide de la formule:

$$R = 0,0367 \log_{10} \frac{D}{d}$$

où:

R est la résistance d'isolement, en $M\Omega \cdot km$;

D est le diamètre extérieur nominal de l'enveloppe isolante, en mm;

d est le diamètre du cercle circonscrit de l'âme ou, pour les câbles à fil rosette, le diamètre intérieur nominal de l'enveloppe isolante, en mm.

5.5 Résistance d'isolement à des températures supérieures à 90 °C

Cette méthode d'essai s'applique aux conducteurs ou aux câbles dont les températures assignées maximales de l'âme sont supérieures à 90 °C.

Cet essai doit être effectué sur des échantillons de conducteur préalablement soumis à l'essai décrit en 5.3 ou, si celui-ci n'est pas applicable, à l'essai décrit en 5.2.

Un échantillon de 1,40 m de longueur doit être découpé sur le câble ou conducteur à soumettre à l'essai. Recouvrir la partie centrale de l'éprouvette d'une couche semiconductrice, puis appliquer sur cette couche une tresse métallique ou un ruban métallique de manière à obtenir une longueur de mesure active de 1,0 m.

Un bobinage de protection en fil d'environ 5 mm de largeur doit être appliqué aux deux extrémités de la longueur de mesure active, en laissant un espacement de 1 mm de largeur; toute couche de matériau semiconducteur éventuellement présente sur l'espacement doit être retirée (voir Figure 1).

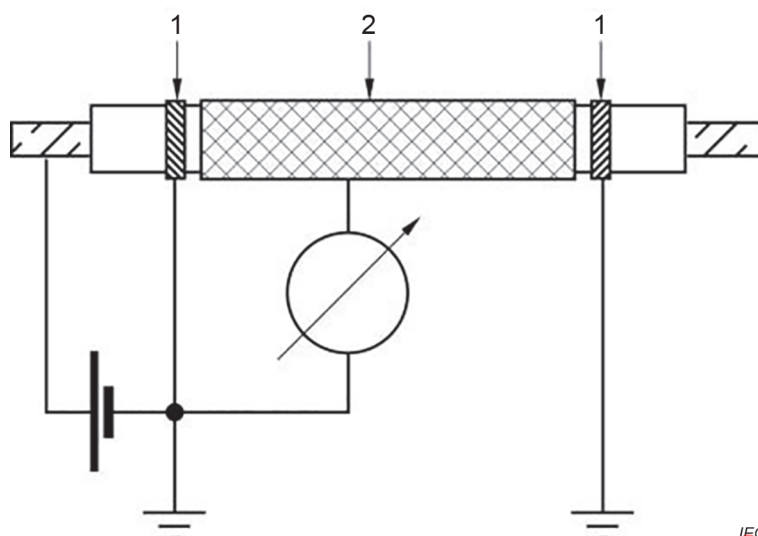
L'échantillon doit ensuite être enroulé en un anneau d'un diamètre d'environ $15 D$, mais d'au moins 0,20 m (D représente le diamètre extérieur nominal de l'enveloppe isolante).

Les échantillons doivent être maintenus dans une étuve à air pendant au moins 2 h à la température d'essai spécifiée dans la norme de câble pertinente. L'espace entre l'échantillon et les parois de l'étuve à air doit être d'au moins 50 mm.

Après la période de conditionnement, une tension continue comprise entre 80 V et 500 V doit être appliquée entre l'âme et l'écran (couche semiconductrice et tresse métallique ou ruban métallique, y compris le bobinage de protection en fil qui est mis à la terre), l'échantillon étant toujours dans l'étuve à air.

La résistance d'isolement doit être mesurée 1 min après l'application de la tension; cette valeur doit être utilisée pour calculer la résistance d'isolement d'une longueur de câble de 1 km. La valeur mesurée doit être exprimée en $M\Omega \cdot km$. Voir note en 5.4.

Aucune des valeurs ainsi obtenues ne doit être inférieure à la valeur de résistance d'isolement minimale spécifiée dans la norme relative au câble.



Légende

- 1 électrode de garde (bobinage de protection en fil)
- 2 électrode de l'écran

Figure 1 – Placement des électrodes

5.6 Résistance à long terme de l'enveloppe isolante à un courant continu

5.6.1 Echantillon d'essai

Effectuer l'essai sur un échantillon de câble de 5 m de longueur dont tous les revêtements ont été retirés. Les conducteurs des câbles méplats sans gaine ne doivent pas être séparés. Veiller à ne pas endommager le ou les conducteurs lors du retrait des revêtements.

Pour les câbles qui possèdent cinq conducteurs ou moins, chaque conducteur doit être soumis à l'essai. Pour les câbles multiconducteurs qui possèdent plus de cinq conducteurs, un conducteur de chaque couleur du câble doit être soumis à l'essai. Lorsque le nombre de couleurs est inférieur à cinq, les conducteurs de couleurs en double doivent être soumis à l'essai autant que nécessaire afin que le nombre de conducteurs soumis à l'essai soit au minimum de cinq.

5.6.2 Procédure

Pendant la durée et à la température indiquées dans la norme relative au câble, immerger l'échantillon dans une solution aqueuse de chlorure de sodium d'une concentration de 10 g/l, sur une longueur d'environ 250 mm à chaque extrémité de l'échantillon qui émerge de la solution. Relier le pôle négatif d'une alimentation à 220 V en courant continu à l'âme ou aux âmes de l'échantillon et le pôle positif à une électrode en cuivre immergée dans la solution pendant la durée spécifiée dans la norme de câble pertinente.

5.6.3 Exigences

Aucun claquage de l'enveloppe isolante ne doit se produire pendant l'essai et, après l'essai, l'extérieur de l'enveloppe isolante ne doit présenter aucun signe de détérioration.

Il convient de ne pas tenir compte d'une décoloration de l'enveloppe isolante.

5.7 Absence de défauts de l'enveloppe isolante

5.7.1 Généralités

Soumettre à l'essai l'intégralité du câble au stade final de fabrication, quelle que soit leur forme (longueurs de livraison ou longueurs de fabrication avant la coupe).

Soumettre les câbles à un seul conducteur, qu'ils soient sous gaine ou non, à l'essai au défilement à sec (Sparker) conformément au 5.7.2. Soumettre tous les autres câbles, y compris les câbles méplats sous gaine, à l'essai de tension conformément au 5.7.3.

Les exigences fournies en 4.2 ne s'appliquent pas lorsque la vérification d'absence de défauts est effectuée dans le cadre d'un essai individuel de série (R).

5.7.2 Essai au défilement à sec (Sparker)

5.7.2.1 Procédure

Effectuer l'essai conformément à l'IEC 62230, excepté que l'option d'utilisation d'une source de haute tension de forme d'onde avec impulsion n'est pas admise.

5.7.2.2 Exigences

Aucun défaut ne doit être détecté pendant l'essai.

5.7.3 Essai de tension

5.7.3.1 Procédure

Lorsque le câble est à l'état sec et à la température ambiante, appliquer une tension de l'amplitude indiquée dans la norme relative au câble, délivrée par une source de courant alternatif ou continu, entre chaque âme et toutes les autres âmes et la couche métallique, le cas échéant, reliée à la terre.

Augmenter progressivement la tension et la maintenir à sa valeur maximale pendant la durée spécifiée dans la norme de câble pertinente.

5.7.3.2 Exigences

Aucun claquage de l'enveloppe isolante ne doit se produire pendant l'essai.

5.8 Résistance superficielle de la gaine

5.8.1 Échantillons d'essai

Effectuer l'essai sur trois échantillons de câble complet, d'une longueur de 250 mm environ chacun.

5.8.2 Procédure

Nettoyer la gaine de chacun des échantillons avec de l'alcool à brûler industriel et appliquer deux électrodes constituées d'hélices de fil de cuivre d'un diamètre compris entre 0,2 mm et 0,6 mm, à une distance de (100 ± 2) mm l'une de l'autre de chaque échantillon. Après avoir appliqué le fil, nettoyer à nouveau soigneusement la surface de la gaine entre les électrodes.

Conditionner les échantillons en fixant les électrodes dans une enceinte de conditionnement à une température de (20 ± 2) °C et une humidité relative de (65 ± 5) % pendant 24 h.

Immédiatement après avoir sorti les échantillons de l'enceinte de conditionnement, appliquer une tension continue comprise entre 100 V et 500 V entre les électrodes et mesurer la résistance après un délai de 1 min.

Multiplier la résistance mesurée de chaque échantillon, en ohms, par $a/100$, où a représente la circonférence de la gaine de l'échantillon, en millimètres. Enregistrer la médiane des trois valeurs ainsi obtenues comme étant la résistance superficielle de la gaine.

5.8.3 Exigences

La médiane des trois valeurs ainsi obtenues ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans la norme de câble pertinente.

6 Méthodes d'essais non électriques

6.1 Vérification de la durabilité des couleurs et des marquages

La conformité à cette exigence doit être vérifiée en tentant d'effacer le marquage du nom ou de la marque du fabricant, ainsi que les couleurs des conducteurs ou les chiffres inscrits, en les frottant légèrement dix fois avec de la ouate ou un chiffon en coton imbibé d'eau.

6.2 Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante

6.2.1 Procédure

L'épaisseur de l'enveloppe isolante doit être mesurée conformément à l'IEC 60811-201.

Un échantillon de câble doit être prélevé en trois endroits, distants de 1 m au moins.

Les éprouvettes doivent être préparées conformément à l'IEC 60811-501.

La conformité doit être vérifiée sur chaque conducteur pour les câbles qui possèdent cinq conducteurs ou moins et sur cinq conducteurs pour les câbles qui possèdent plus de cinq conducteurs.

6.2.2 Evaluation des résultats

La moyenne des 18 valeurs (exprimées en millimètres) obtenues sur les trois éprouvettes de l'enveloppe isolante de chaque conducteur doit être calculée avec deux décimales et arrondie comme cela est spécifié dans l'IEC 60502-1; cette valeur doit être prise comme la valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante.

La valeur la plus faible parmi l'ensemble des valeurs obtenues doit être prise comme l'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante en tout point.

6.3 Mesurage de l'épaisseur de la gaine

6.3.1 Procédure

L'épaisseur de la gaine doit être mesurée conformément à l'IEC 60811-202.

Un échantillon de câble doit être prélevé en trois endroits, distants de 1 m au moins.

6.3.2 Evaluation des résultats

La moyenne de l'ensemble des valeurs (exprimées en millimètres) obtenues sur les trois éprouvettes de la gaine doit être calculée avec deux décimales et arrondie comme cela est spécifié dans l'IEC 60502-1; cette valeur doit être prise comme la valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine.

La valeur la plus faible parmi l'ensemble des valeurs obtenues doit être prise comme l'épaisseur minimale de la gaine en tout point.

6.4 Mesurage des dimensions extérieures et de l'ovalisation

Les trois échantillons prélevés conformément au 6.2 ou au 6.3 doivent être utilisés

Le diamètre extérieur des câbles ronds et les dimensions extérieures des câbles méplats d'une largeur maximale inférieure ou égale à 15 mm doivent être mesurés conformément à l'IEC 60811-203.

Pour mesurer les dimensions des câbles méplats d'une largeur maximale supérieure à 15 mm, un micromètre, un projecteur de profil ou un dispositif analogue doit être utilisé.

La moyenne de l'ensemble des valeurs obtenues doit être prise comme la dimension extérieure moyenne.

Pour vérifier l'ovalisation des câbles ronds sous gaine, la différence entre deux valeurs du diamètre extérieur de câbles ronds sous gaine de la même section (ovalisation) ne doit pas dépasser 15 % du diamètre extérieur moyen.

6.5 Essai de brasabilité des âmes non étamées

6.5.1 Généralités

Cet essai a pour objet de vérifier l'efficacité du ruban séparateur entre l'âme non étamée et l'enveloppe isolante.

6.5.2 Choix des échantillons et préparation des éprouvettes

Un échantillon d'une longueur adéquate pour l'essai de pliages décrit en 6.8 est prélevé en trois points sur le câble, puis les conducteurs de chaque échantillon sont soigneusement séparés de tous les autres constituants.

Chaque échantillon de conducteur ainsi obtenu est enroulé en trois spires autour d'un mandrin de diamètre égal à trois fois celui du conducteur.

L'échantillon est ensuite déroulé, redressé et à nouveau enroulé autour d'un mandrin de telle sorte que la fibre comprimée dans le premier cas devienne la fibre tendue dans le second cas.

Ce cycle d'opérations est répété deux fois supplémentaires, ce qui correspond à trois pliages dans un sens et trois pliages dans l'autre.

Sur chaque échantillon de conducteur, qui a été redressé après le troisième cycle de pliages, une éprouvette d'une longueur d'environ 15 cm est prélevée dans la partie du conducteur qui a été enroulée.

Chaque éprouvette est alors soumise à un vieillissement accéléré en étuve à air pendant 240 h à une température de $70\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

Après ce vieillissement accéléré, les éprouvettes sont laissées au repos à la température ambiante pendant au moins 16 h.

Chaque éprouvette est alors dénudée à une extrémité sur une longueur de 60 mm et est soumise à l'essai de brasabilité selon la méthode du bain d'alliage décrite en 6.5.4.

6.5.3 Description du bain d'alliage

Le volume du bain d'alliage doit être suffisant pour assurer une température uniforme de l'alliage au moment de l'introduction de l'âme. Il doit comporter un dispositif qui permet de maintenir la température du bain d'alliage à $270\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

La hauteur du bain d'alliage doit être d'au moins 75 mm.

La surface apparente du bain doit être réduite le plus possible en utilisant une plaque perforée réalisée dans un matériau thermorésistant, de façon à protéger le conducteur contre les rayonnements directs du bain.

Le bain doit être composé d'étain (entre 59,5 % et 61,5 %) et de plomb.

Les impuretés (en pourcentage de la masse totale) ne doivent pas dépasser:

Antimoine	0,50 %	Zinc	0 005 %
Bismuth	0,25 %	Aluminium	0 005 %
Cuivre	0,08 %	Autres	0 080 %
Fer	0,02 %		

6.5.4 Procédure d'essai

La surface du bain d'alliage doit être maintenue propre et brillante.

Après immersion pendant 10 s à la température ambiante dans un bain décapant constitué d'une solution de chlorure de zinc dans l'eau (où la quantité de ZnCl_2 représente 10 % de la masse totale), l'extrémité nue de chaque éprouvette doit être immergée dans le bain d'alliage sur une longueur de 50 mm dans le sens de son axe longitudinal.

La vitesse d'immersion est de $25\text{ mm/s} \pm 5\text{ mm/s}$.

La durée d'immersion, après immersion complète de 50 mm de l'échantillon, est de $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$.

La vitesse d'émersion est de $25\text{ mm/s} \pm 5\text{ mm/s}$.

Chaque éprouvette doit être soumise à trois cycles d'immersion en respectant un délai de 10 s entre chaque cycle.

6.5.5 Exigences

La partie de l'âme qui a été immergée doit être correctement étamée. Par conséquent, il convient que l'étamage recouvre entièrement cette zone traitée et ne révèle aucune partie de l'âme au-dessous.

6.6 Essai de flexion

6.6.1 Généralités

Cet essai est applicable aux câbles souples dont la section nominale des conducteurs est au plus égale à 4 mm².

Cet essai n'est pas applicable aux câbles qui possèdent plus de 18 conducteurs disposés en plus de deux couches concentriques.

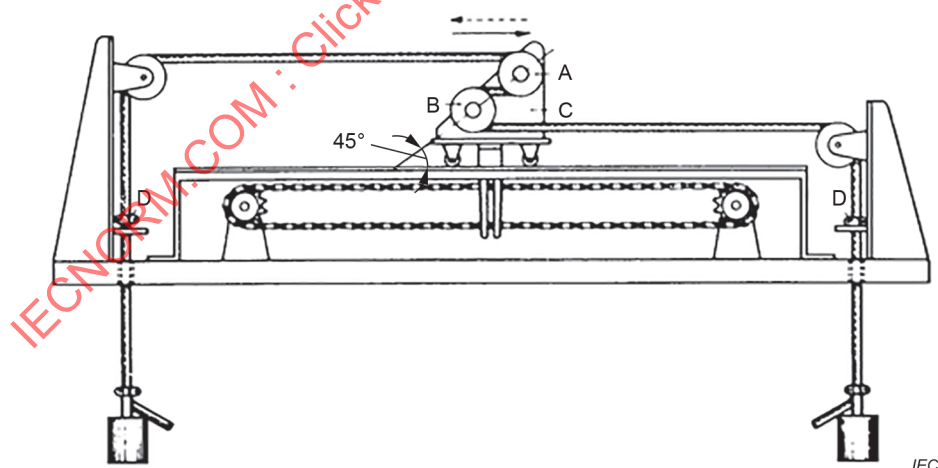
Les exigences d'essai sont spécifiées dans la norme de câble pertinente.

6.6.2 Appareillage

Cet essai doit être effectué au moyen de l'appareillage représenté sur la Figure 2. Cet appareillage est constitué d'un chariot C, d'un système de commande du chariot et de quatre poulies pour chaque échantillon de câble à soumettre à l'essai. Le chariot C supporte deux poulies A et B de même diamètre. Les deux poulies fixées à demeure à l'une des extrémités de l'appareillage peuvent avoir un diamètre différent de celui des poulies A et B, mais les quatre poulies doivent être disposées de telle sorte que l'échantillon soit horizontal entre elles. Le chariot accomplit des cycles (mouvements de va-et-vient) sur une distance de 1 m avec une vitesse approximativement constante de 0,33 m/s entre chaque changement de direction.

Les poulies doivent être réalisées en métal, et avoir une gorge semi-circulaire pour l'essai des câbles ronds et une gorge plate pour l'essai des câbles plats. Les colliers de butée D doivent être fixés de telle sorte qu'une traction soit continuellement exercée par le poids duquel le chariot s'éloigne. La distance d'un collier de butée à son support, lorsque l'autre collier reste sur son support, doit être de 5 cm au maximum.

Le système de commande doit être tel que le chariot tourne en douceur et sans secousse lorsqu'il change de direction.



Légende

- A poulie
- B poulie
- C chariot
- D colliers de butée

Figure 2 – Appareillage d'essai de flexion

6.6.3 Préparation de l'échantillon

Un échantillon de câble souple d'environ 5 m de longueur doit être tendu sur les poulies, comme cela est indiqué sur la Figure 2, les deux extrémités étant chargées par un poids.

La masse de ce poids et le diamètre des poulies A et B sont spécifiés dans la norme de câble pertinente.

6.6.4 Courant appliqué sur les conducteurs

Pour l'application de courant, une basse tension ou une tension d'environ 230/400 V peut être utilisée.

Pendant l'essai de flexion, l'intensité de courant spécifiée dans la norme de câble pertinente doit parcourir les conducteurs du câble.

6.6.5 Tension entre les conducteurs

Pour les câbles à deux conducteurs, la tension entre les âmes doit être d'environ 230 V en courant alternatif. Pour tous les autres câbles à trois conducteurs ou plus, une tension alternative triphasée d'environ 400 V doit être appliquée sur les trois âmes, les âmes supplémentaires éventuelles étant reliées au neutre. Trois conducteurs adjacents doivent être soumis à l'essai. En cas d'assemblage à deux couches, les conducteurs soumis à l'essai doivent être prélevés sur la couche externe. Cela s'applique également lorsqu'un système de charge en courant basse tension est utilisé.

6.6.6 Localisation d'un défaut (construction de l'appareillage d'essai de flexion)

L'appareillage d'essai de flexion doit être construit de telle sorte qu'il détecte et s'arrête si les événements suivants se produisent pendant l'essai de flexion:

- interruption du courant;
- court-circuit entre les âmes;
- court-circuit entre l'échantillon d'essai et les poulies (de l'appareillage d'essai de flexion).

6.7 Essai statique de souplesse

Les exigences d'essai sont spécifiées dans la norme de câble pertinente.

Avant l'essai, le câble doit être conditionné à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 24 h en position verticale.

Un échantillon d'une longueur de $3 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ doit être soumis à l'essai dans un appareillage analogue à celui représenté sur la Figure 3. Deux pinces A et B doivent être placées à une hauteur d'au moins 1,5 m du sol.

La pince A doit être fixe, et la pince B doit se déplacer horizontalement au niveau de la pince A.

Les extrémités de l'échantillon doivent être serrées verticalement (et rester verticales pendant l'essai), l'une dans la pince A, l'autre dans la pince mobile B qui doit se trouver à une distance de 0,20 m de la pince A. Le câble prend approximativement la forme représentée en traits pointillés sur la Figure 3.

La pince mobile B doit alors être éloignée de la pince fixe A jusqu'à ce que la boucle ainsi formée par le câble prenne la forme représentée en trait plein sur la Figure 3, qui forme un U tangent aux surfaces parallèles extérieures du câble plié à l'aplomb des pinces. Le câble doit être tourné dans la pince selon un angle de 180° , puis l'essai doit être répété.

La valeur moyenne des deux valeurs de l' doit être mesurée entre deux lignes verticales.

Si les résultats de l'essai ne sont pas satisfaisants, l'échantillon doit être préconditionné par quatre enroulements et déroulements consécutifs autour du fût d'un touret d'un diamètre extérieur approximativement égal à 20 fois le diamètre extérieur du câble; dans ce cas, lors de chaque enroulement, l'échantillon doit être tourné de 90° sur lui-même. Après ce préconditionnement, l'échantillon doit être soumis à l'essai décrit ci-dessus et doit satisfaire aux exigences spécifiées.

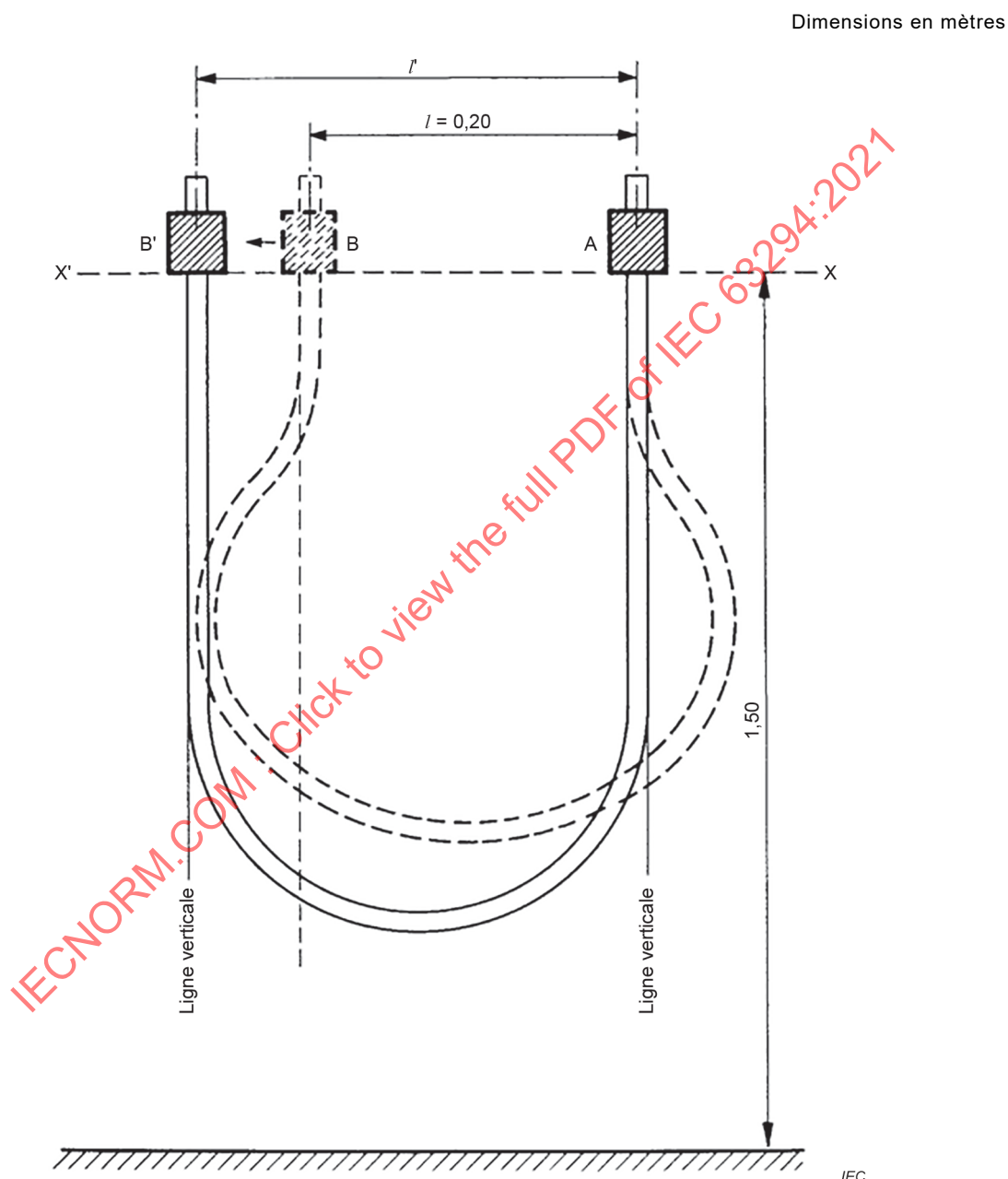


Figure 3 – Essai statique de souplesse

6.8 Essai de pliages

Les exigences d'essai sont spécifiées dans la norme de câble pertinente.

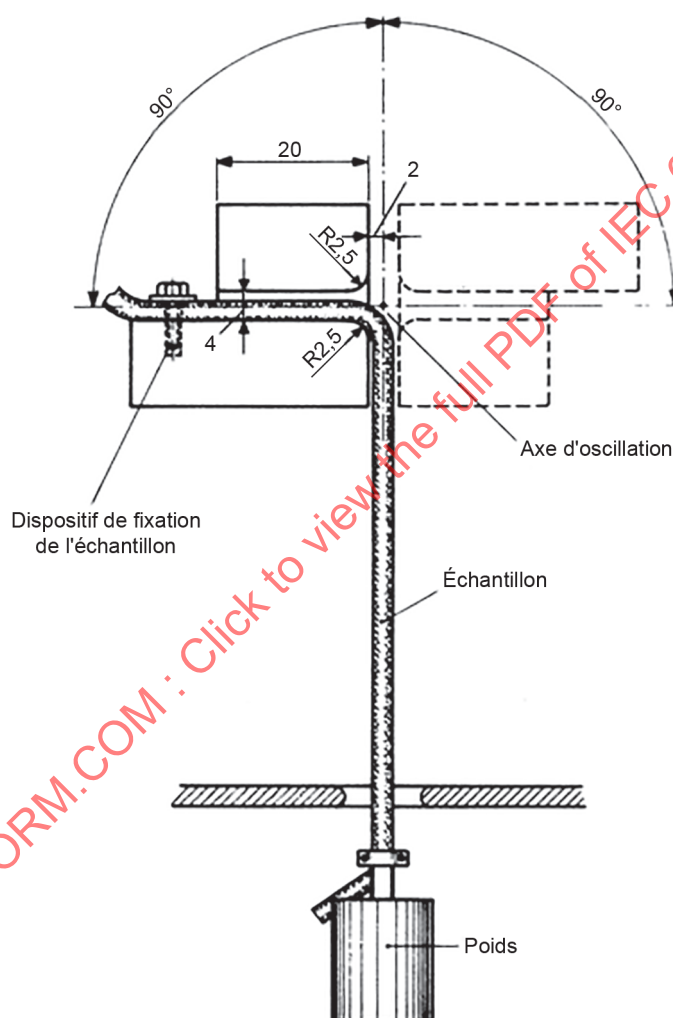
Un échantillon de câble d'une longueur adéquate doit être fixé dans l'appareillage conformément à la Figure 4, avec un poids d'une masse de 0,5 kg suspendu à son extrémité. Un courant d'une valeur nominale de 0,1 A doit être injecté dans les âmes.

L'échantillon doit être incliné dans un sens, puis dans l'autre, dans une direction perpendiculaire au plan des axes des âmes, les deux positions extrêmes formant un angle de 90° de part et d'autre de la verticale.

Une flexion est un mouvement d'une amplitude de 180°. La cadence des flexions est de 60 par minute.

Si l'échantillon ne satisfait pas aux exigences établies dans la norme relative au câble, cet essai doit être répété sur deux échantillons supplémentaires qui doivent tous les deux satisfaire aux exigences spécifiées.

Dimensions en millimètres



IEC

Figure 4 – Appareillage d'essai de pliages

6.9 Essai de résistance à l'usure

Les exigences d'essai sont spécifiées dans la norme de câble pertinente.

Cet essai doit être effectué sur trois paires d'échantillons de câble souple; chaque échantillon a une longueur d'environ 1 m.