

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating blankets

Travaux sous tension – Nappes isolantes électriques



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61112

Edition 2.0 2009-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating blankets

Travaux sous tension – Nappes isolantes électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 13.260; 29.240.20; 29.260.99

ISBN 2-8318-1036-5

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	8
4 Requirements.....	9
4.1 General.....	9
4.2 Classification.....	9
4.3 Physical requirements.....	9
4.3.1 Composition.....	9
4.3.2 Shape and design.....	9
4.3.3 Dimensions and tolerances.....	11
4.3.4 Workmanship and finish.....	11
4.4 Mechanical, climatic and environmental requirements.....	12
4.5 Dielectric requirements.....	12
4.6 Marking.....	12
4.7 Packaging.....	13
4.8 Instructions for use.....	13
5 Tests.....	13
5.1 General.....	13
5.2 Visual inspection and measurements.....	14
5.2.1 General.....	14
5.2.2 Classification.....	14
5.2.3 Composition.....	14
5.2.4 Dimensions, workmanship and finish.....	14
5.2.5 Thickness.....	14
5.3 Marking.....	15
5.3.1 Visual inspection and measurement.....	15
5.3.2 Durability of marking.....	15
5.4 Packaging and instructions for use.....	15
5.5 Mechanical tests.....	15
5.5.1 General.....	15
5.5.2 Tensile strength and elongation at break.....	15
5.5.3 Mechanical puncture resistance.....	16
5.5.4 Tension set for elastomer material.....	18
5.5.5 Tear resistance test for plastic material.....	18
5.6 Dielectric tests.....	19
5.6.1 General.....	19
5.6.2 Electrodes.....	20
5.6.3 Test equipment.....	22
5.6.4 Electrical test procedure.....	23
5.7 Ageing tests.....	24
5.8 Thermal tests.....	25
5.8.1 Flame retardance test.....	25
5.8.2 Low temperature folding test (except for category C blankets).....	26
6 Tests on electrical insulating blankets with special properties.....	27

6.1	General	27
6.2	Category A: Acid resistance	27
6.3	Category H: Oil resistance.....	27
6.4	Category Z: Ozone resistance	27
6.4.1	General	27
6.4.2	Test methods.....	28
6.5	Category M: Mechanical puncture resistance.....	29
6.6	Category C: Extremely low temperature folding test	29
7	Conformity assessment of electrical insulating blankets having completed the production phase	29
8	Modifications	30
	Annex A (informative) Guidelines for the selection of the class of electrical insulating blankets in relation to nominal voltage of a system	31
	Annex B (informative) In-service care and testing	32
	Annex C (normative) Suitable for live working ; double triangle (IEC 60417-5216 (2002-10)).....	34
	Annex D (normative) General type test procedure.....	35
	Annex E (normative) Liquid for tests on electrical insulating blankets of category H – Oil resistance.....	38
	Annex F (normative) Classification of defects and tests to be allocated	39
	Bibliography.....	40
	Figure 1 – Example of plain design	10
	Figure 2 – Example of slotted design	10
	Figure 3 – Plan view of the dumb-bell test piece	16
	Figure 4 – Test plates and needle for resistance to mechanical puncture.....	17
	Figure 5 – Tear resistance test	19
	Figure 6 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating blankets with standard type of electrodes.....	20
	Figure 7 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating blankets with alternative type of electrodes	22
	Figure 8 – Test set-up for voltage withstand test.....	23
	Figure 9 – Test set-up for low and extremely low temperature folding tests.....	26
	Figure 10 – Ozone resistance – Method B test set-up	28
	Table 1 – Special properties	9
	Table 2 – Common lengths and widths for electrical insulating blankets.....	11
	Table 3 – Maximum thickness for electrical insulating blankets	11
	Table 4 – Maximum electrode clearance for proof tests	21
	Table 5 – Test voltages.....	24
	Table A.1 – Designation maximum use voltage	31
	Table D.1 – List and chronological order of type tests	35
	Table E.1 – Characteristics of oil no. 1.....	38
	Table F.1 – Classification of defects and associated requirements and tests	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – ELECTRICAL INSULATING BLANKETS

FOREWORD

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

International Standard IEC 61112 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1992, and its Amendment 1 (2002). This edition constitutes a technical revision.

It includes the following significant technical changes from the previous edition:

- general review of the requirements and test provisions;
- limitation of the scope in terms of the minimum width of electrical insulating blankets in rolls;
- introduction of a definition of electrical insulating blankets including sheeting in various shapes and in rolls;
- introduction of Class 00;
- withdrawal of category S and introduction of category R;
- clarification of the way electrical insulating blankets in rolls are covered by the test procedures;

- specification of standard and alternative types of electrodes for the proof test;
- modification of the test procedures for low and extremely low temperature by replacing the dielectric proof test by a withstand test in the sanction;
- modification of the test procedures for acid and oil resistance by specifying the use of test pieces and by replacing the dielectric proof test by a withstand test in the sanction;
- specification of liquid 102 for the oil resistance test and harmonisation of the mechanical test sanction with the acid resistance test;
- preparation of the elements of evaluation of defects, and general application of IEC 61318 Ed.3;
- revision of existing annexes;
- deletion of Annexes D and F, not applicable according to IEC 61318 Ed.3;
- introduction of a new normative Annex F on classification of defects.

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

FDIS	Report on voting
78/785/FDIS	78/799/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

This International Standard has been prepared according to the requirements of IEC 61477 where applicable.

The product covered by this standard may have an impact on the environment during some or all stages of its life cycle. These impacts can range from slight to significant, be of short-term or long-term, and occur at the global, regional or local level.

Except for a disposal statement in the instructions for use, this standard does not include requirements and test provisions for the manufacturers of the product, or recommendations to the users of the product for environmental improvement. However, all parties intervening in its design, manufacture, packaging, distribution, use, maintenance, repair, reuse, recovery and disposal are invited to take account of environmental considerations.

LIVE WORKING – ELECTRICAL INSULATING BLANKETS

1 Scope

This International Standard is applicable to electrical insulating blankets for the protection of workers from accidental contact with live or earthed electrical conductors, apparatus or circuits and avoidance of short circuits on electrical installations.

Electrical insulating blankets in rolls having a width lower than 50 mm are not covered by this standard.

NOTE 1 For a.c. electrical classification, as well as d.c. use, see 4.2.

NOTE 2 This standard gives a.c. test provisions. There is limited history for use in d.c. applications.

NOTE 3 See Annex A for suggested maximum voltage use.

2 Normative references

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

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60212:1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 61318, *Live working – Conformity assessment applicable to tools, devices and equipment*

IEC 61477, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 2977, *Petroleum products and hydrocarbon solvents – Determination of aniline point and mixed aniline point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ASTM D 3767:2003 (reapproved 2008): *Standard practice for rubber – Measurement of dimensions*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61318 and the following apply.

3.1

disruptive discharge

passage of an arc following dielectric breakdown

NOTE 1 The term “sparkover” (in French “amorçage”) is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 2 The term “flashover” (in French “contournement”) is used when a disruptive discharge occurs at least partly along the surface of a solid dielectric surrounded by a gaseous or liquid medium.

NOTE 3 The term “puncture” (in French “perforation”) is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric producing permanent damage.

[IEV 651-01-18 and definition 2.7.7 of IEC 60743, modified]

3.2

elastomer

macromolecular material which returns rapidly to its initial dimensions and shape after substantial deformation by a weak stress and release of the stress

NOTE 1 The definition applies under room temperature test conditions.

NOTE 2 Elastomer is a generic term that includes rubber, latex and elastomeric compounds that may be natural or synthetic or a mixture or a combination of both. It also includes thermoplastic elastomer (TPE) material.

[ISO 472 modified]

3.3

electrical insulating blanket

flexible sheeting made of elastomer or plastic material, used to cover conductors or metallic parts which are either energized, dead or earthed

NOTE The sheeting is either of various definite shapes or in roll allowing the workers to custom-cut the material to fit the application.

[Definition 5.2.2 of IEC 60743 and IEV 651-04-06, modified]

3.4

nominal voltage (of a system)

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[IEV 601-01-21]

3.5

plastic

material which contains as an essential ingredient a high polymer and which at some stage in its processing into finished products can be shaped by flow

NOTE 1 Elastomeric materials, which also are shaped by flow, are not considered as plastics.

NOTE 2 In some countries, particularly in the United Kingdom, it is a permitted option to use the term “plastics” as the singular form as well as the plural form.

[Definition 2.4.4 of IEC 60743 and ISO 472]

3.6

proof test voltage

specified voltage that is applied to a device or test piece for the time defined under specified conditions to assure that the electrical strength of the insulation is above a specified value

3.7**withstand test voltage**

voltage that a test piece is required to withstand without disruptive discharge or other electric failure when voltage is applied under specified conditions

4 Requirements**4.1 General**

Electrical insulating blanket shall be designed and manufactured to contribute to the safety of the users provided they are used by skilled persons, in accordance with safe methods of work and the instructions for use.

4.2 Classification

The electrical insulating blankets covered by this standard shall be designated as follows:

- by electrical class, as class 00, class 0, class 1, class 2, class 3 and class 4;
- by adding suffix(s) to the class designation, in the case of a blanket with special category(s) as shown in Table 1.

Guidance for the selection of class (a.c. and d.c.) is given in Annex A.

Guidance as to the temperature range at which electrical insulating blankets can be used is given in Annex B.

Table 1 – Special properties

Category	Resistant to
A	Acid
H	Oil
Z	Ozone
M	Mechanical puncture
R	Acid, Oil and Ozone
C	Extremely low temperature
NOTE Any combination of categories may be used.	

4.3 Physical requirements**4.3.1 Composition**

Electrical insulating blankets shall be manufactured of elastomer or plastic materials and produced by a seamless process. Where eyelets are provided in electrical insulating blankets they shall be non-conductive. Where other types of fastening systems are provided in electrical insulating blankets (for example hook and loop fastening) they shall also be non-conductive.

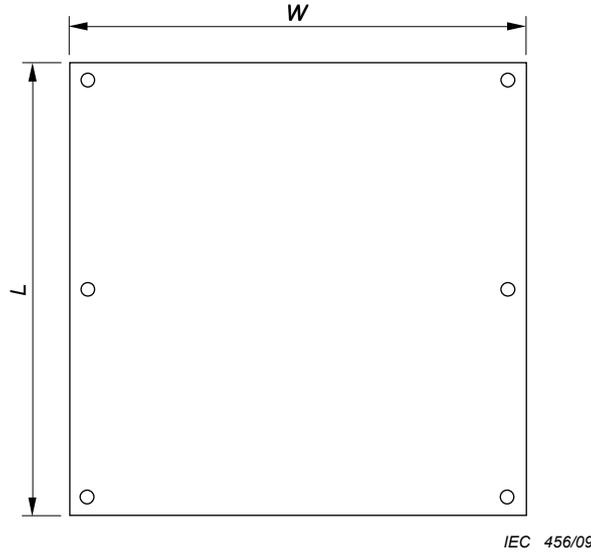
NOTE A standard number, size and type of eyelets is usually proposed by the manufacturers. Eyelets of $\varnothing 8$ mm are the most common. For special needs, agreement could be reached between manufacturer and customer.

4.3.2 Shape and design

There is no requirement for the shape and design of the electrical insulating blankets.

Electrical insulating blankets may be either of various shapes or in rolls to be cut for individual applications.

The electrical insulating blankets of various shapes may be plain or of the slotted design (Figure 1 and Figure 2 provide examples of such design). They may include a grid of synthetic fiber for their reinforcement. In all cases electrical insulating blankets may have a strap(s) (Velcro®¹⁾) around their perimeter.

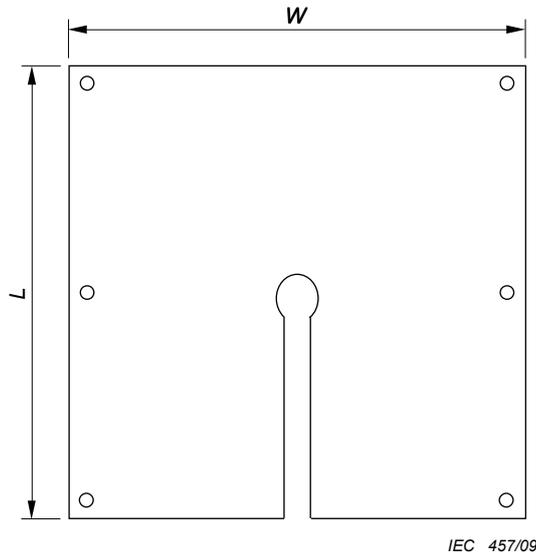


Key

L Length

W Width

Figure 1 – Example of plain design



Key

L Length

W Width

Figure 2 – Example of slotted design

1) Velcro® is the trade name of a product supplied by Velcro Industries B.V. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

4.3.3 Dimensions and tolerances

4.3.3.1 Length and width

Manufacturers shall provide blanket length and width. These dimensions for each blanket shall be within a tolerance of $\pm 2\%$ of the stated dimensions.

Common lengths and widths for electrical insulating blankets are indicated in Table 2.

Table 2 – Common lengths and widths for electrical insulating blankets

Blankets of various shapes				Blankets in rolls
Plain design		Slotted design		
Length mm	Width mm	Length mm	Width mm	Width mm
560	560	560	560	60 ^a , 90 ^a 360, 500, 800, 1 000, 1 300, 2 000
660	360			
900	500	900	900	
910	305	-	-	
910	457			
910	690			
910	910	910	910	
1 160	1 160	1 160	1 160	
1 200	800			
2 000	1 300	2 000	1 300	
2 128	910			
2 280	910			

^a To be produced in class 00 and class 0 only.

NOTE Blankets with dimensions of 90 mm or less require special considerations for electrical testing.

4.3.3.2 Thickness

4.3.3.2.1 Maximum thickness

The maximum thickness of an electrical insulating blanket shall be as given in Table 3 in order to obtain appropriate flexibility.

Blankets of categories A, H, M, R and Z may require additional thickness which shall not exceed 0,6 mm.

Table 3 – Maximum thickness for electrical insulating blankets

Class	Elastomer mm	Plastic mm
00	1,5	0,8
0	2,2	1,0
1	3,6	1,5
2	3,8	2,0
3	4,0	^a
4	4,3	^a

^a Unavailable on the market

4.3.3.2.2 Minimum thickness

The minimum thickness shall be determined only by the ability to pass the tests defined in Clauses 5 and 6.

4.3.4 Workmanship and finish

Electrical insulating blankets shall be free from harmful physical irregularities on both surfaces that can be detected by thorough test and/or inspection.

Harmful physical irregularities defined as any feature that disrupts the uniform, smooth surface contour, such as pinholes, cracks, blisters, cuts, conductive embedded foreign matter, creases, pinch marks, voids (entrapped air), prominent ripples and prominent mould marks shall not be acceptable.

Non-harmful physical irregularities defined as surface irregularities present on either surface of the blanket due to imperfections on forms or moulds or other imperfections inherent to the manufacturing process shall be acceptable. These irregularities appear as mould marks that look like cuts even though they are actually a raised ridge of elastomer, indentations, or protuberances.

4.4 Mechanical, climatic and environmental requirements

Electrical insulating blankets shall support the mechanical, climatic and environmental stresses occurring during normal working conditions.

Electrical insulating blankets with one or more special categories shall support any relevant additional stresses.

4.5 Dielectric requirements

Electrical insulating blankets shall be capable of withstanding the corresponding electrical stresses according to their electrical class.

4.6 Marking

Electrical insulating blankets complying with the requirements of this standard shall be marked on the product with the following items of marking:

- name, trademark or identification of the manufacturer;
- symbol IEC 60417-5216 (2002-10) – Suitable for live working; double triangle (see Annex C);
NOTE 1 The exact ratio of the height of the figure to the base of the triangle is 1,43. For the purpose of convenience, this ratio can be between the values of 1,4 and 1,5.
- number of the relevant IEC standard immediately adjacent to the symbol, (IEC 61112);
- month and year of manufacture;
- category if applicable;
- class designation.

For blankets in rolls, these items of marking shall appear at least every metre.

NOTE 2 Manufacturers are recommended to mark blankets in rolls of Class 00 and Class 0 at least every 30 cm to retain marking information in case it is later cut into smaller parts.

NOTE 3 Blankets in rolls of Class 00 and Class 0 may be considered as consumable products, intended for a single use.

Any additional item of marking shall be subject to agreement between the manufacturer and the customer.

The marking shall be clearly visible, durable and shall not impair the quality of the electrical insulating blanket.

When a colour code is used, the colour of the symbol (double triangle) shall correspond to the following code:

- Class 00 - beige;
- Class 0 - red;

- Class 1 - white;
- Class 2 - yellow;
- Class 3 - green;
- Class 4 - orange.

4.7 Packaging

Electrical insulating blankets shall be packaged in containers or packages of sufficient strength to properly protect the electrical insulating blankets from damage during delivery and normal storage and transportation before first use.

NOTE It is the responsibility of the user to provide protective packaging (ex: a specific bag) if cut portions are to be reused.

The outside of the container or package shall be marked with at least the following information:

- number of the relevant IEC standard immediately adjacent to the symbol with year of publication (4 digits), (IEC 61112:2009);
- name, trademark, or identification of the manufacturer.

4.8 Instructions for use

The manufacturer shall provide written instructions for use with each packaging of electrical insulating blankets covered by this standard.

These instructions shall be prepared in accordance with the general provisions of IEC 61477.

The instructions for use shall include, as a minimum, information such as storage, handling, disposal and periodic testing.

The instructions for use shall inform the users about critical hazards the manufacturer is aware of and offer relevant recommendations, but without intruding into the area of work procedures (for example, recommendation in case of overlapping blankets).

5 Tests

5.1 General

The present standard provides testing provisions to demonstrate compliance of the product to the requirements of Clause 4. These testing provisions are primarily intended to be used as type tests for validation of the design input. Where relevant, alternative means (calculation, examination, tests, etc.) are specified within the test subclauses for the purpose of electrical insulating blankets having completed the production phase.

The allocation of the electrical insulating blankets into various test groups, the quantity required and the order in which the type tests are carried out are given in Annex D.

The test location conditions shall be in accordance with IEC 60068-1:

- ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 45 % to 75 %;
- atmospheric pressure: 86 kPa to 106 kPa.

For type tests, unless otherwise specified, electrical insulating blankets or test pieces shall be conditioned for a period of $2 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ at a temperature of $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ and relative humidity of $50 \% \pm 5 \%$ according to IEC 60212 standard atmosphere B.

Unless otherwise specified, the tolerances for any measured value shall be $\pm 5\%$.

5.2 Visual inspection and measurements

5.2.1 General

Visual inspection shall be carried out by a person with normal or corrected vision without additional magnification.

5.2.2 Classification

It shall be checked by visual inspection that the requirements of 4.2 are fulfilled.

5.2.3 Composition

It shall be checked by visual inspection that the requirements of 4.3.1 are fulfilled.

5.2.4 Dimensions, workmanship and finish

The product length and width as provided by the manufacturer shall be verified with electrical insulating blankets in a flattened condition. The dimensional requirements shall be considered as fulfilled if the dimensioning is within the tolerances outlined in 4.3.3.1.

The workmanship and finish shall be verified by visual inspection. In case of a roll, a length of 2 m shall be submitted to inspection.

The inspection shall be considered as passed if the requirements of 4.3.4 are satisfied. Non-harmful physical irregularities are defined as surface irregularities present on either surface of the blanket due to imperfections on forms or moulds or other imperfections inherent to the manufacturing process and are acceptable provided that:

- a) the depression has rounded edges and no visible break in the surface, and cannot be seen on the opposite side when stretching over the thumb;
- b) there are not more than five depressions as described in a) anywhere on the electrical insulating blanket or on the roll section under test and any two are separated by at least 15 mm;
- c) the indentations, protuberances or mould marks tend to blend into a smooth surface upon stretching of the material;
- d) the small projections or protuberances represent only a small amount of excess material that cannot be readily removed with the finger and these projections do not appreciably affect the stretching of the material.

5.2.5 Thickness

Thickness measurements shall be made at five or more points uniformly distributed over the total area of the electrical insulating blanket. In case of a roll, a length of 2 m shall be submitted to test.

Measurements shall be made with a commercial device designed for use on flexible materials and that measures the maximum thickness with an accuracy of 0,03 mm. Sufficient support shall be given to the blanket so that it will present an unstressed flat surface at the measurement point.

According to ASTM D3767, the pressure exerted by the presser foot of the measuring device shall be (22 ± 5) kPa for blanket material having a hardness equal to or greater than 35 IRHD, and (10 ± 2) kPa for blanket material having a hardness less than 35 IRHD.

The test shall be considered as passed if the requirements of 4.3.3.2.1 are fulfilled.

5.3 Marking

5.3.1 Visual inspection and measurement

The marking requirements of 4.6 shall be verified by visual inspection. In case of a roll, a length of 2 m shall be submitted to test.

5.3.2 Durability of marking

The durability of the items marked on the electrical insulating blanket shall be checked by rubbing vigorously for 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in soapy water and then rubbing it for a further 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$).

NOTE It is the employer's duty to ensure that any relevant legislation and any specific safety instructions regarding the use of this chemical are fully observed.

The test shall be considered as passed if the items of marking remain legible and the letters do not smear.

For marking produced by an engraving or moulding process, the test for durability is not needed.

5.4 Packaging and instructions for use

The packaging and complete supply of the information required in 4.7 and 4.8 shall be verified by visual inspection.

5.5 Mechanical tests

5.5.1 General

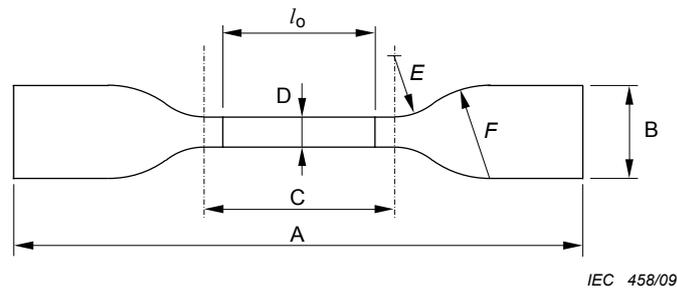
All mechanical tests shall be performed on test pieces which have been conditioned by storing each separately in a flat, horizontal position for at least 24 h at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and relative humidity of $50\% \pm 5\%$ according to IEC 60212, standard atmosphere B. In the case of blankets in rolls, the material taken from the roll needed to prepare the test pieces shall be cut before conditioning.

NOTE The properties of vulcanized elastomeric material change continuously with time, these changes being particularly rapid in the period immediately following vulcanization.

5.5.2 Tensile strength and elongation at break

Dumb-bell test pieces shall have the outline shown in Figure 3 and four shall be cut from the corners of the electrical insulating blanket under test, one near each corner. Two test pieces shall be cut in length and two in width. The dumb-bell test pieces shall be cut longitudinally for roll material with width less than 75 mm.

Reference lines, 20 mm apart, shall be marked on these test pieces, symmetrically placed on the narrow part of the dumb-bell (see Figure 3).



Reference	Dimensions mm	Reference	Dimensions mm
A	75	E	8 ± 0,5
B	12,5 ± 1,0	F	12,5 ± 1
C	25 ± 1	l_0	20
D	4 ± 0,1		

Figure 3 – Plan view of the dumb-bell test piece

The test pieces shall be tested in a tensile testing machine which shall be power driven at a sufficient speed to maintain the rate of traverse of the driven grip substantially constant up to the maximum force capacity of the machine. The rate of traverse shall be 500 mm/min ± 50 mm/min.

The tensile strength shall be calculated by dividing the force at break by the initial area of the cross section under test.

The test shall be considered as passed if for each of the four test pieces the tensile strength is not less than 12 MPa.

The elongation at break shall be calculated by subtracting the initial distance between the reference lines on the test piece from the distance between the lines at breaking point and expressing the result as a percentage of the initial distance.

The elongation at break for blankets reinforced by synthetic fiber is not applicable

The test shall be considered as passed if for each of the four test pieces the elongation at break is not less than 300 % for elastomers and 150 % for plastics.

NOTE 1 The machine should be equipped to give a continuous indication of the force applied to the test piece and a graduated scale to measure the elongation.

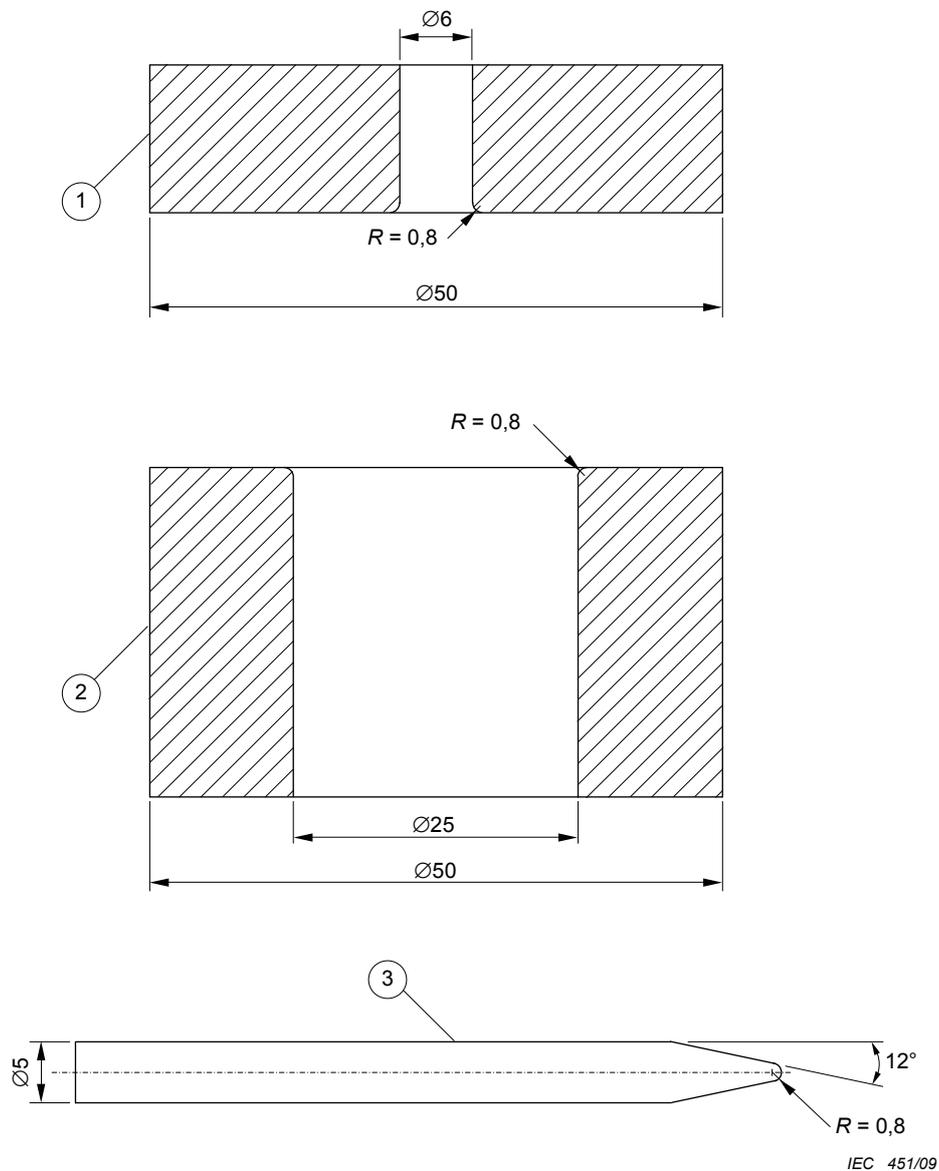
NOTE 2 After the test piece has been broken, the machine should give a permanent indication of the maximum force and where possible the maximum elongation.

5.5.3 Mechanical puncture resistance

Two circular test pieces 50 mm in diameter shall be cut from the electrical insulating blanket and each shall be clamped between two flat 50 mm diameter test plates. The top plate shall have a circular opening 6 mm in diameter and the bottom plate a 25 mm diameter circular opening. The edges of both openings shall be rounded to a radius of 0,8 mm (see Figure 4).

A needle shall be produced from a 5 mm diameter metallic rod and one end shall be machined to produce a taper with an included angle of 12° and with the tip rounded to a radius of 0,8 mm (see Figure 4). The needle shall be clean at the time of use.

Dimensions in millimetres except for angles



Key

- 1 Top plate
- 2 Bottom plate
- 3 Needle

Figure 4 – Test plates and needle for resistance to mechanical puncture

The needle shall be positioned perpendicularly above the test piece (clamped between the plates) and shall be driven into and through the specimen. The rate of traverse shall be 500 mm/min \pm 50 mm/min. The force required to perform the puncture shall be measured.

The test shall be considered as passed if the puncture resistance is greater than 45 N except for class 0 electrical insulating blankets in which case it shall be greater than 30 N and for Class 00 it shall be greater than 25 N.

5.5.4 Tension set for elastomer material

Four test pieces, having the outline shown in Figure 3, shall be cut from the electrical insulating blanket. The test pieces shall be fitted in a straining device consisting of a metal rod or other suitable guide fitted with a pair of holders, one fixed and one movable, to hold the ends of the test piece.

The measurement of the unstrained reference length (shown as l_0 in Figure 3) shall be checked to the nearest 0,1 mm and the test piece shall be placed in the holder. The test piece shall be extended at a speed of between 2 mm/s and 20 mm/s to a $200 \% \pm 10 \%$ elongation and held for 10 min. After this time, the strain shall be released at a speed of between 2 mm/s and 10 mm/s, and then the test piece shall be removed from the holder and laid free on a flat surface. After a 10 min recovery time, the reference length shall be measured again.

The tension set is calculated as a percentage of the initial strain as follows:

$$\text{Tension set} = 100 \frac{l_1 - l_0}{l_s - l_0}$$

where

l_0 is the original unstrained reference length;

l_s is the strained reference length;

l_1 is the reference length after recovery.

The test shall be considered as passed if the tension set does not exceed 15 %.

5.5.5 Tear resistance test for plastic material

Four rectangular test pieces, having the outline shown in Figure 5, shall be cut from the electrical insulating blanket. They shall be pre-conditioned at a temperature of $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ and relative humidity of $50 \% \pm 5 \%$ (see IEC 60212, standard atmosphere B).

A slit $25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ long shall be made in the middle of each test piece, beginning the incision at the centre of the test piece. Two lines shall then be drawn with a soft-lead pencil at the location shown in Figure 5. Angle shall be within $\pm 1^\circ$.

The test pieces shall be tested in a tensile testing machine. Two holders larger than the test piece shall be set flush with the lines and tightened in order to avoid any slippage.

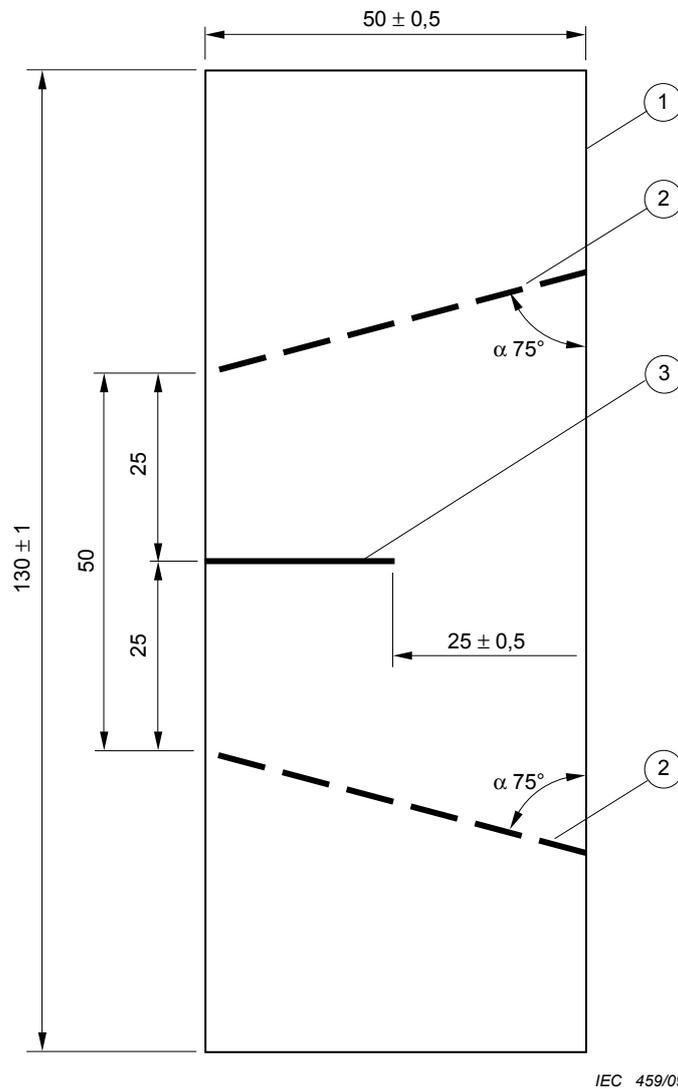
The testing machine shall be power driven at a constant speed of $100 \text{ mm/min} \pm 10 \text{ mm/min}$, and the tensile strength recorded as a function of time.

The tensile pressure shall be increased until the material tears, and the test continued until complete separation of the two halves.

The maximum tear resistance is taken from the strength/time curve and an average calculated for all the test pieces.

The test shall be considered as passed if the value is greater than 30 N.

Dimensions in millimetres except for angles



Key

- 1 Test piece
- 2 Heavy line mark with pencil
- 3 Slit line

Figure 5 – Tear resistance test

5.6 Dielectric tests

5.6.1 General

Dielectric testing shall be carried out using a. c. voltage. The peak (crest) or r.m.s. value of the a.c. voltage shall be measured with a maximum error according to IEC 60060-2.

The blankets, including test pieces from rolls, shall be conditioned for moisture absorption by total immersion in a bath of tap water with a resistivity of $(100 \pm 15) \Omega \cdot m$ at room temperature (as specified in 5.1) for a period of $16 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$. After the conditioning they shall be wiped dry and immediately submitted to the dielectric test.

NOTE Insulating compounds used in the finishing process (e.g. paraffin and talcum powder) should be removed with suitable solvents before the test is commenced.

5.6.2 Electrodes

5.6.2.1 General

Electrodes shall be of such design so as to apply the electrical stress uniformly over the test area without producing corona at any point or mechanical strain in the material.

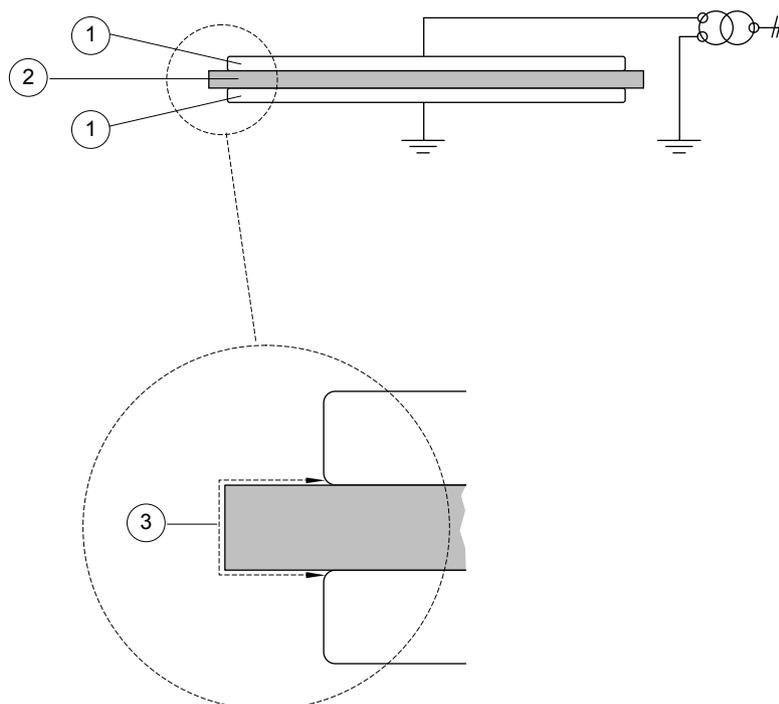
The different types of electrodes to be employed are described as follows.

5.6.2.2 For voltage proof test

5.6.2.2.1 Standard type of electrodes

Unless flashover happens during the conduct of the test, this type of electrodes shall be used for all classes of blankets.

The test electrodes shall be conductive plates, having smoothly rounded edges and corners, of a size that covers the maximum area of the electrical insulating blanket or test piece taking into account the maximum clearance given in Table 4 (see Figure 6).



IEC 452/09

Key

- 1 Conductive plate
- 2 Blanket or test piece
- 3 Electrode clearance

Figure 6 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating blankets with standard type of electrodes

In case of tests on rolls, the electrodes shall be able to contain at least a length of electrical insulating blanket equal to its width.

The electrodes shall be of such dimensions that the clearances specified in Table 4 are not exceeded.

Table 4 – Maximum electrode clearance for proof tests

Class of electrical insulating blankets	Clearance for tests mm
00	10
0	20
1	80
2	150
3	200
4	300

Clearance is defined as the distance between the upper electrode and the lower electrode around the edge of the blanket or test piece.

5.6.2.2.2 Alternative type of electrodes in case of flashover with the standard type

If flashover happens during the conduct of the test with the standard type of electrodes of 5.6.2.2.1, the following type of electrodes shall be used.

A 1 270 mm × 1 270 mm sheet of insulating material 3 mm to 5 mm thick which has a 762 mm × 762 mm opening in the centre, shall be placed on an earthed metal plate. This mask, which has a "picture frame" appearance, shall have the opening filled with a conductive material of such thickness as to bring the earth electrode to approximately the same level as the mask in order to maintain direct contact with the blanket or test piece.

The blanket or test piece shall be placed over the mask.

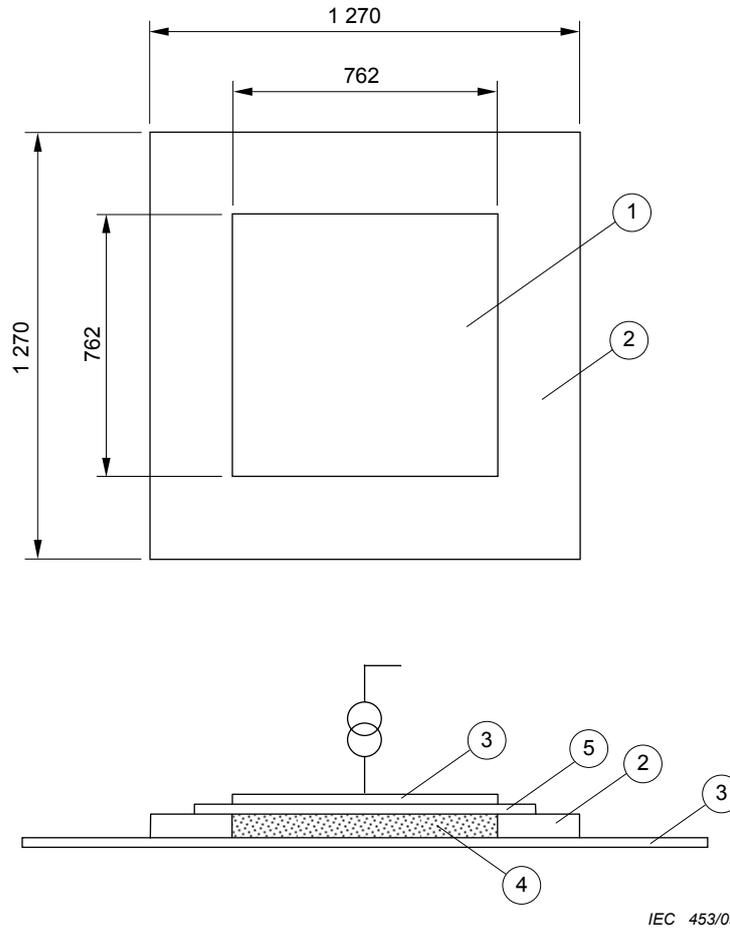
A rectangular metal plate, 762 mm × 762 mm and approximately 5 mm thick, having smoothly rounded edges and corners, shall be placed on top of the blanket or test piece. This top plate shall then be energized with the test voltage (see Figure 7).

NOTE 1 This arrangement will test a 762 mm × 762 mm area of a 914 mm × 914 mm blanket at 40 kV a.c. as the mask prevents flashover.

NOTE 2 Other mask dimensions may be used according to the dimensions of the blanket.

Other electrode designs may be used to achieve the same results.

Dimensions in millimetres



Key

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Hole | 4 | Conductive material |
| 2 | Plexiglass mask (thickness 3 mm to 5 mm) | 5 | Blanket or test piece (1 000 mm × 1 000 mm) |
| 3 | Metal plate | | |

Figure 7 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating blankets with alternative type of electrodes

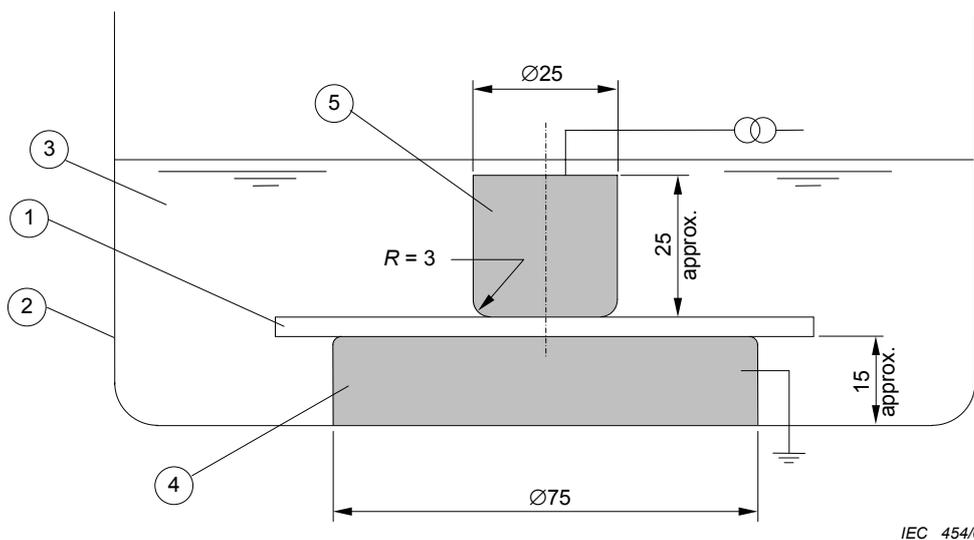
5.6.2.3 For voltage withstand test

The electrodes shall consist of two metal cylinders with the sharp edges removed to give a radius of 3 mm. One electrode shall be 25 mm in diameter and approximately 25 mm long. The other electrode shall be 75 mm in diameter and approximately 15 mm long. These electrodes shall be arranged coaxially as in Figure 8.

5.6.3 Test equipment

The test equipment used shall be capable of supplying an essentially stepless and continuously variable test voltage. Motor-driven regulating equipment is convenient and tends to provide uniform rate-of-rise to the test voltage. The test equipment shall be protected by an automatic circuit-breaking device designed to open promptly on the current produced by failure of the blanket or test piece.

Dimensions in millimetres



IEC 454/09

Key

1	Test piece	4	Metal base
2	Tank	5	Metal
3	Insulating liquid		

NOTE Suitable modification of the electrode dimensioning will be required in case of test pieces cut from rolls of small width.

Figure 8 – Test set-up for voltage withstand test

5.6.4 Electrical test procedure

5.6.4.1 Test equipment

The test voltage shall be applied according to IEC 60060-1 and the measuring equipment shall comply with IEC 60060-2.

5.6.4.2 Proof test procedure

5.6.4.2.1 Type test

Electrical insulating blankets in plane form shall be tested as received, without modification. In the case of electrical insulating blankets in rolls having a width equal to or larger than 1 000 mm, the minimum size of each test piece shall be 1 000 mm × 1 000 mm. For rolls having a width less than 1 000 mm, the test piece shall have the length equal to the width.

The electrical insulating blanket or test piece shall be given a voltage test as specified in Table 5 using electrodes as specified in 5.6.2.2. The voltage shall be initially applied at a low value and gradually increased at a constant rate-of-rise of approximately 1 000 V/s until the specified test voltage level is reached. The test period shall be considered to start at the instant the specified voltage is reached.

Table 5 – Test voltages

Class of electrical insulating blankets	Voltage kV r.m.s.	
	Proof test	Withstand test
00	2,5	5
0	5	10
1	10	20
2	20	30
3	30	40
4	40	50

The test shall be considered as passed if the specified test voltage is reached and maintained for 3 min without the occurrence of disruptive discharge or other electrical failure.

NOTE At the end of the test period, in order to prevent any temporary overvoltage, the applied voltage should be reduced at a constant rate to approximately half value before opening the test circuit, unless an electrical failure has already occurred.

5.6.4.2.2 Alternative test in case of electrical insulating blankets having completed the production phase

For conformity testing, the blanket has not to be submitted to a conditioning for moisture absorption. The time duration of the proof test, shall be 1 min.

In case of a blanket in a roll, an alternative test for testing the entire length of each roll is under consideration (for example, a test set-up made of a roller to hold the roll to be tested, a feed table at an appropriate speed with rollers energized at an appropriate test voltage, a take-up support table and take-up rollers).

5.6.4.3 Withstand test procedure

Three test pieces having dimensions of 150 mm × 150 mm shall be cut from an electrical insulating blanket.

In case of rolls having a width less than 150 mm, the test pieces shall have the length equal to the width.

The test pieces are placed between the metallic electrodes as specified in 5.6.2.3 and the whole arrangement is submerged in an insulating liquid (for instance, insulating oil). The test pieces shall not touch the wall of the tank.

Only one voltage rise is applied to each test piece. The voltage shall be applied to each test piece at a constant rate-of-rise of 1 000 V/s until the withstand voltage value given in Table 5 is reached.

NOTE At the end of the test period, in order to prevent any temporary overvoltage, the applied voltage should be reduced at a constant rate to approximately half value before opening the test circuit unless an electrical failure has already occurred.

The test shall be considered as passed if no electrical puncture occurs.

5.7 Ageing tests

For elastomer, eight dumb-bell test pieces shall be cut as according to Figure 3.

For plastics, four dumb-bell test pieces shall be cut according to Figure 3 and four more test pieces as shown in Figure 5.

These test pieces shall be placed in an air oven for 168 h at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity of less than 20 % (see IEC 60212 for standard atmosphere for dry heat).

The apparatus shall consist of an air oven in which there is a circulation of air providing between three and ten air changes per hour. The incoming air shall be at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ before coming in contact with the test pieces.

There shall be no copper or copper alloy parts inside the air oven. Provision shall be made for suspending the test pieces so that there is a minimum separation of 10 mm between the test pieces and 50 mm between the test pieces and the inner surfaces of the oven.

When the heating period is complete, the test pieces shall be removed from the oven and allowed to cool for not less than 16 h.

At the end of this period, tensile strength and elongation at break tests shall be carried out on the four elastomer and the four plastic test pieces in accordance with 5.5.2.

For elastomers only: tension set tests shall be carried out on the four test pieces in accordance with 5.5.4.

For plastic only: tear resistance shall be carried out on test pieces in accordance with 5.5.5.

The test shall be considered as passed if the results obtained are as follows:

- for both elastomer and plastic blankets: tensile strength and elongation at break is not less than 80 % of the values obtained for un-aged blankets. Elongation testing is not applicable for electrical insulating blankets reinforced by synthetic fibre;
- for elastomer only: tension set does not exceed 15 %;
- for plastic only: tear resistance is not less than 30 N.

5.8 Thermal tests

5.8.1 Flame retardance test

A test piece $150\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ shall be cut from the electrical insulating blanket and mounted horizontal and central, 40 mm above a gas burner and held by suitable clips.

In case of rolls having a width less than 150 mm, the test piece shall have the length of twice the width.

The test shall be carried out in a draught free room or chamber.

The gas supply shall be technical grade methane gas with a suitable regulator and meter to produce a uniform gas flow.

NOTE If natural gas is used as an alternative to methane, its heat content should be approximately 37 MJ/m^3 , which has been found to provide similar results.

The nozzle of the burner shall have a diameter of $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ to produce a $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ high blue flame.

The burner is placed remote from the test piece, ignited and adjusted in the vertical position to produce a blue flame $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ high. The flame is obtained by adjusting the gas supply and the air influx of the burner until a $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ yellow tipped blue flame is produced and then the air supply is increased until the yellow tip disappears. The height of the flame is measured again and corrected if necessary.

The burner shall then be placed centrally below the test piece for 10 s and then withdrawn. It should be ensured that no air draught interferes with the test.

The propagation of the flame on the test piece shall be observed for 55 s after the withdrawal of the testing flame.

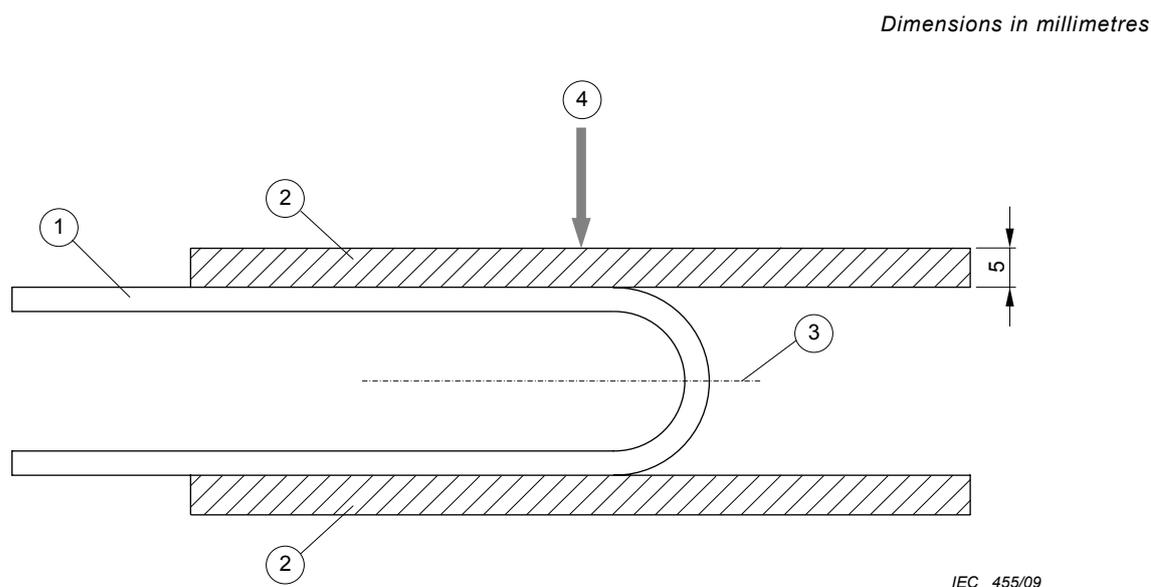
The test shall be considered as passed if the flame does not reach any point on a 50 mm diameter circle from the centre of the test piece, during the observation period.

5.8.2 Low temperature folding test (except for category C blankets)

Three rectangular test pieces 200 mm × 500 mm shall be cut from an electrical insulating blanket. In case of rolls having a width less than 200 mm, the test pieces shall have the length double the width.

Each test piece shall be placed in a chamber for 4 h at a temperature of $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Two polyethylene plates 200 mm × 200 mm × 5 mm thick shall be conditioned at the same temperature and for the same time.

Within 1 min after removal from the chamber, each test piece shall be folded at the mid-point, placed between the two polyethylene plates and subjected to a force of 100 N for 30 s as shown in Figure 9.



Key

- | | | | |
|---|--------------------|---|---------------------|
| 1 | Test piece | 3 | Centre line of fold |
| 2 | Polyethylene plate | 4 | Force of 100 N |

Figure 9 – Test set-up for low and extremely low temperature folding tests

The test shall be considered as passed if no tear, break or crack is visible. The test piece shall also pass the dielectric withstand test (see 5.6.4.3) but without conditioning for moisture absorption.

The three test pieces necessary for the dielectric withstand test shall be cut from the test piece submitted to folding, in such a way that the surface where folding occurs is found and centred on each test piece for withstand test.

6 Tests on electrical insulating blankets with special properties

6.1 General

Electrical insulating blankets with special properties (see Table 1) shall meet, in addition to the general tests of Clause 5, the following applicable tests. For blankets of Category C, the extremely low temperature folding test shall replace the test of 5.8.2.

6.2 Category A: Acid resistance

Four test pieces of 150 mm × 150 mm shall be cut from an electrical insulating blanket or from a roll having a width greater than 150 mm of category A material. In case of rolls having a width less than 150 mm, the length to be taken shall be sufficient to later allow the cut of the necessary four test pieces.

They shall be conditioned by immersing in 32 °Baumé sulphuric acid solution at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for $8\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. Following acid conditioning, the test pieces shall be rinsed in water and dried for $2\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at approximately 70 °C .

The time elapsed between the end of drying and the start of testing shall be $45\text{ min} \pm 15\text{ min}$. Tests shall then be carried out on three test pieces for withstand tests (see 5.6.4.3) but without conditioning for moisture absorption and on one test piece for tensile strength and elongation at breaking point (see 5.5.2).

The acid resistance test shall be considered as passed if the electrical withstand tests are fulfilled and the values obtained for the mechanical tests are not less than 75 % of values obtained in the tests carried out on a test piece from the same batch without acid conditioning.

6.3 Category H: Oil resistance

Four test pieces of 150 mm × 150 mm shall be cut from an electrical insulating blanket or from a roll having a width greater than 150 mm of category H material. In case of rolls having a width less than 150 mm, the length to be taken shall be sufficient to later allow the cut of the necessary four test pieces.

The test pieces shall be preconditioned in air for not less than $3\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, and $50\% \pm 5\%$ relative humidity, then they shall be conditioned by immersing in liquid 102 (see Annex E) at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for $24\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$.

Following conditioning the test pieces shall be dried using a lint-free clean absorbent cloth.

Time elapsed between removal from oil and start of testing shall be $45\text{ min} \pm 15\text{ min}$. Tests shall then be carried out on three test pieces for withstand tests (see 5.6.4.3) but without conditioning for moisture absorption and on one test piece for tensile strength and elongation at breaking point (see 5.5.2).

The oil resistance test shall be considered as passed if the electrical withstand tests are fulfilled and the values obtained for the mechanical tests are not less than 75 % of values obtained in the tests carried out on a test piece from the same batch without oil conditioning.

6.4 Category Z: Ozone resistance

6.4.1 General

Two methods are presented to determine the compliance of electrical insulating blankets with the requirements needed for category Z. In case of dispute, method A shall be used.

6.4.2 Test methods

6.4.2.1 Method A

Three test pieces of 12 mm × 150 mm shall be cut from an electrical insulating blanket or from a roll of category Z material. They shall be conditioned at an extension of 20 % in an oven for 8 h ± 0,5 h at a temperature of 40 °C ± 2 °C, and an ozone concentration of 1 mg/m³ ± 0,01 mg/m³ ($0,5 \times 10^{-6} \pm 0,05 \times 10^{-6}$ by volume) at standard atmospheric pressure of 1 013 mbar (101,3 kPa).

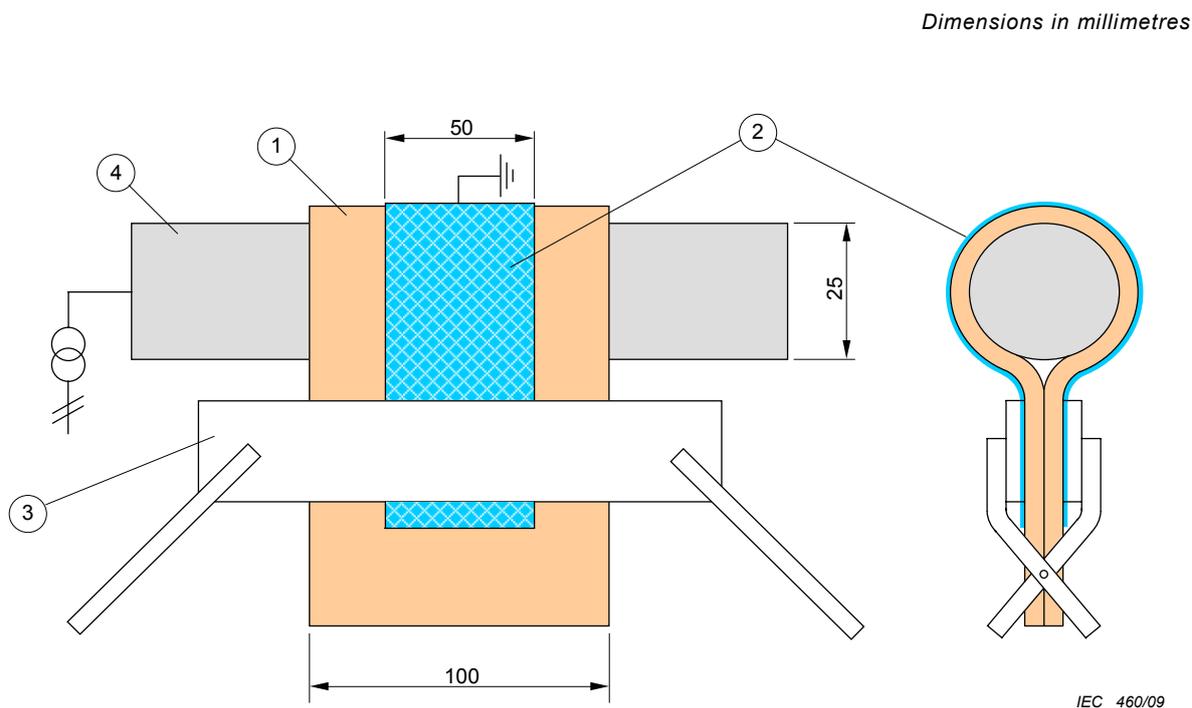
The test pieces shall then be stored at a room temperature of 23 °C ± 2°C, and 50 % ± 5 % relative humidity for 48 h ± 0,5 h and then examined for ozone damage.

The test shall be considered as passed if, after completion, the test pieces exhibit no visible cracks under visual inspection.

6.4.2.2 Method B

The ozone resistance test shall be made on a 100 mm × 150 mm test piece cut from an electrical insulating blanket or from a roll of category Z material suitably conditioned by lying flat for 24 h.

The test piece shall be draped over a 25 mm diameter metal tube of sufficient length to completely underlie the test piece, while possessing additional length for the required mounting supports (see Figure 10).



Key

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------------|
| 1 | Test piece | 3 | Polyethylene strip |
| 2 | Aluminium sheet | 4 | Metal tube |

Figure 10 – Ozone resistance – Method B test set-up

The free ends of the test piece shall be clamped beneath the tube so that an intimate contact is established between the test piece and the tube along the upper half of the cylindrically-shaped electrode surface.

A piece of flat aluminium sheet foil approximately 50 mm × 100 mm shall be placed over the draped test piece so as to provide adequate separation distance to prevent flashover between the foil and the tube.

The aluminium foil shall be earthed. The inside electrode (tube) shall be energized for 1 h at a test voltage of 15 kV a.c. (r.m.s.).

The test shall be considered as passed if, after completion, the test pieces exhibit no visible cracks under visual inspection.

6.5 Category M: Mechanical puncture resistance

Electrical insulating blankets of category M shall be tested in accordance with the mechanical test of 5.5.3. However the results shall be as specified below:

- mechanical puncture resistance: the puncture resistance shall be greater than 70 N.

If the electrical insulating blanket is of non-uniform construction the test shall be performed on the weakest area.

6.6 Category C: Extremely low temperature folding test

Three rectangular test pieces 200 mm × 500 mm shall be cut from an electrical insulating blanket. In case of rolls having a width less than 200 mm the test pieces shall have the length double the width.

Each test piece shall be placed in a chamber for 24 h ± 0,5 h at a temperature of –40 °C ± 3 °C. Two polyethylene plates 200 mm × 200 mm × 5 mm thick shall be conditioned at the same temperature and for the same time.

Within 1 min after removal from the chamber, each test piece shall be folded at the mid-point, placed between the two polyethylene plates and subjected to a force of 100 N for 30 s as shown in Figure 9.

The test shall be considered as passed if no tear, break or crack is visible. The test piece shall also pass the dielectric withstand test (see 5.6.4.3) but without conditioning for moisture absorption.

The three test pieces necessary for the dielectric withstand test shall be cut from the test piece submitted to folding, in such a way that the surface where folding occurs is found and centred on each test piece for withstand test.

7 Conformity assessment of electrical insulating blankets having completed the production phase

For conducting the conformity assessment during the production phase, IEC 61318 shall be used in conjunction with the present standard.

Annex F issued of a risk analysis on the performance of the electrical insulating blanket provides the classification of defects and identifies the associated tests applicable in case of production follow-up.

8 Modifications

Any modification of the electrical insulating blanket shall require the type tests to be repeated, in whole or in part (if the degree of modification so justifies), as well as a change in blanket reference literature.

Annex A (informative)

Guidelines for the selection of the class of electrical insulating blankets in relation to nominal voltage of a system

The maximum use voltage recommended for each class of electrical insulating blankets is designated in Table A.1.

Table A.1 – Designation maximum use voltage

Class	A.C. V r.m.s.	D.C. V
00	500	Not available
0	1 000	1 500
1	7 500	11 250
2	17 000	25 500
3	26 500	39 750
4	36 000	54 000

The maximum use voltage is the voltage rating of the protective equipment that designates the maximum nominal voltage of the energized system that may be safely worked.

On multiphase circuits, the nominal voltage is equal to the phase-to-phase voltage. If there is no multiphase exposure in a system area, and the voltage exposure is limited to the phase to earth potential, the phase to earth potential should be considered to be the nominal voltage.

If electrical equipment and devices are insulated, or isolated, or both, such that the multiphase exposure on an earthed neutral star circuit (grounded wye) is removed, the nominal voltage may be considered as the phase-to-earth voltage on that circuit.

The user may decide to use a different class of electrical insulating blanket than that recommended in Table A.1.

Caution should be exercised in the use of electrical insulating blanket on d.c. systems due to lack of data at the present time.

Annex B (informative)

In-service care and testing

B.1 General

The following is for guidance only for the maintenance, inspection, retest and use of electrical insulating blankets after purchase.

When the blanket is used for non-live working applications or when the recommendations of this annex cannot be followed, the blanket product is no longer suitable for live working.

B.2 Storage

Electrical insulating blankets should be stored in a manner to prevent damage in accordance with the manufacturer's instructions (see 4.8), such as appropriate compartments or containers. The manufacturer will supply suitable packaging for shipping and initial storage of the electrical insulating blankets to provide protection until it is opened for use. The user should provide the necessary protection following the opening of the initial packaging for blankets or any unused portion of a roll and any cut portions that may be reused.

Care should be taken to ensure that the electrical insulating blanket is not compressed, folded or stored in proximity to steam pipes, radiators or other sources of artificial heat or exposed to direct sunlight, artificial light or other sources of ozone. It is desirable that the storage temperature be between 10 °C and 21 °C.

B.3 Marking on blankets of small dimensions cut from rolls

In the case of blankets in rolls, the manufacturer is required by 4.6 to have the items of marking appear at least every metre.

Blankets cut from rolls of Class 00 and Class 0 should be cut in such a manner to retain the marking information.

If the dimensions of a blanket are cut down by the user to a point that the marking is not complete, and this part is to be reused, the user should make sure the information is duplicated on the blanket in some durable manner that does not affect its performance.

B.4 Examination before use

Before each use, both sides of each electrical insulating blanket should be visually inspected. Examine the material closely for any damage that might affect the dielectric characteristics, such as cracks, tears or small pinholes.

If an electrical insulating blanket is thought to be unsafe, it has not to be used and should be returned for testing.

B.5 Temperature

Standard electrical insulating blankets should be used in areas having ambient temperatures between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ and category C blankets in ambient temperatures between $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Caution should be taken when using electrical insulating blankets on electrical parts having high temperatures. The normal use temperature of a blanket may be exceeded if it is placed over a current-carrying part with an elevated temperature.

B.6 Precautions in use

Electrical insulating blankets should not be exposed unnecessarily to heat or light or should not be exposed to chemicals, solvents or strong acid. If an electrical insulating blanket does come in contact with conductive grease, it should be cleaned as soon as possible with a suitable solvent.

When an electrical insulating blanket becomes soiled it should be washed with soap and water at a temperature not exceeding that recommended by the blanket manufacturer and thoroughly dried in accordance with manufacturer's instructions. If insulating compounds such as tar and paint continue to stick to the blankets, the affected parts should be wiped immediately with a suitable solvent, avoiding excessive solvent use, and then immediately washed and treated as prescribed. Petrol, paraffin or white spirit should not be used to remove such compounds.

Electrical insulating blankets which become wet in use or by washing should be dried thoroughly, but not in a manner that will cause the temperature of the blankets to exceed $65\text{ }^{\circ}\text{C}$.

If an electrical insulating blanket is used to cover energized conductors at voltages above 1 kV, it should be ozone resistant (for example, a blanket of category Z or a blanket with a combination of special properties like category R).

Electrical insulating blankets are not intended to be walked on.

B.7 Periodic inspection and testing

No electrical insulating blankets, even those held in storage, should be used unless they have been inspected and/or electrically tested within the previous 12 months.

The inspection and testing on an electrical insulating blanket consist of visual inspection, and then a proof dielectric test without moisture conditioning, except for class 00 and class 0 where visual inspection only is required.

The user should refer to subclauses within this document for test guidance to verify the suitability for the continuing use of a blanket.

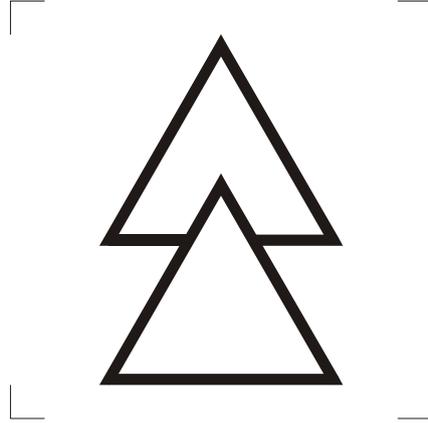
In case the blanket fails the visual inspection or dielectric test, the disposal should be done in a manner that will not harm the environment. Recycling should be considered, if available.

The user or the testing laboratory should mark the electrical insulating blanket with the date of current or next required inspection and test.

Such marking should be in a border area and should not affect the dielectric properties of the product.

Annex C
(normative)

Suitable for live working ; double triangle
(IEC 60417-5216 (2002-10))



Annex D (normative)

General type test procedure

D.1 General

The numbers given in the different test groups of Table D.1 indicate the order in which the type tests shall be made. Within a group, tests with the same sequential number can be performed in the more convenient order.

Table D.1 indicates the sequential order for performing the general tests as well as the alternative test for category C or the additional tests for categories A, H and Z. For blankets of category R or of any other combination of categories, the requirements for tests and the sequential order are obtained by combining the relevant provisions. Electrical insulating blankets which have been subjected to type tests shall not be re-used.

Table D.1 – List and chronological order of type tests

Type of test	Subclause		Test groups						
	Test	Requirement	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5 A	Group 6 H	Group 7 Z
Visual and measurement									
Classification	5.2.2	4.2	1						
Composition	5.2.3	4.3.1	1						
Dimensions – Length and width	5.2.4	4.3.3.1	1						
Dimensions – Thickness	5.2.5	4.3.3.2	1						
Workmanship and finish	5.2.4	4.3.4	1	1	1	1	1	1	1
Marking	5.3	4.6	1						
Packaging	5.4	4.7	1						
Instructions for use	5.4	4.8	1						
Mechanical		4.4							
Tensile strength and elongation at break	5.5.2		2						
Puncture resistance	5.5.3		2 ^b						
Tension set	5.5.4		2 ^a						
Tear resistance	5.5.5		2 ^a						
Dielectric		4.5							
Proof test	5.6.4.2.1			2	2	2			
Withstand test	5.6.4.3			3	3	3			
Ageing	5.7	4.4		3					
Thermal		4.4							
Flame retardant test	5.8.1		2						
Low temperature	5.8.2					3 ^c			
Special properties		4.4							
Cat. A: Acid	6.2						2		
Cat. H: Oil	6.3							2	
Cat. Z: Ozone	6.4								2
Cat. M: Mechanical	6.5		2 ^b						
Cat. C: Extremely low temperature	6.6					3 ^c			
Size of each group (the unit is the blanket or roll)			1	1	1	1	1	1	1
^a Depending on the material of which the electrical insulating blanket is made, either the tension set or the tear resistance shall be performed. ^b Values specified are different in the case of electrical insulating blankets of category M. ^c Values specified are different in the case of electrical insulating blankets of category C.									

D.2 Group size requirements

D.2.1 Group 1

Group 1 requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll, from which the necessary test pieces will be cut for the mechanical tests and the thermal test, after the visual inspection and measurements have been performed.

- Tensile strength and elongation at break: four test pieces
- Mechanical puncture resistance: two test pieces
- Tension set (elastomer material only): four test pieces
- Tear resistance (plastic material only): four test pieces
- Flame retardancy: one test piece

D.2.2 Group 2

Group 2 requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll from which the necessary test piece will be cut for the dielectric proof test after the inspection for workmanship and finish has been performed.

The same blanket or test piece is then used to cut the three test pieces for the dielectric withstand test and the eight test pieces for the ageing test. In case of rolls of small width the test pieces may have to be cut from the original roll.

D.2.3 Group 3

Group 3 requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll from which the necessary test piece will be cut for the dielectric proof test after the inspection for workmanship and finish has been performed.

The same blanket or test piece is then used to cut the three test pieces for the dielectric withstand test. In case of rolls of small width the test pieces may have to be cut from the original roll.

D.2.4 Group 4

Group 4 requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll from which the necessary test piece will be cut for the dielectric proof test after the inspection for workmanship and finish has been performed.

The same blanket or test piece is then used to cut the three test pieces for the dielectric withstand test and the three test pieces for the test at low temperature or extremely low temperature. In case of rolls of small width the test pieces may have to be cut from the original roll.

D.2.5 Group 5 – Additional test for acid resistance

Group 5 (for category A) requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll, from which the necessary four test pieces will be cut after the visual inspection for workmanship and finish has been performed. The four test pieces will be submitted to the acid exposure as described in 6.2.

D.2.6 Group 6 – Additional test for oil resistance

Group 6 (for category H) requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in a roll, from which the necessary four test pieces will be cut after the visual inspection for workmanship and finish has been performed. The four test pieces will be submitted to the oil exposure as described in 6.3.

D.2.7 Group 7 – Additional test for ozone resistance

Group 7 (for category Z) requires one plane blanket or a sufficient length of blanket in roll, from which the necessary three test pieces will be cut after the visual inspection for workmanship and finish has been performed. The three test pieces will be submitted to the ozone exposure as described in 6.4.

Annex E (normative)

Liquid for tests on electrical insulating blankets of category H – Oil resistance

E.1 Particularities of liquid 102

Liquid 102 is intended to simulate certain high-pressure hydraulic oils.

It is a blend comprising 95 % (*m/m*) of oil no. 1 and 5 % (*m/m*) of a hydrocarbon-compound oil additive containing 29,5 % (*m/m*) to 33 % (*m/m*) of sulfur, 1,5 % to 2 % (*m/m*) of phosphorus and 0,7 % (*m/m*) of nitrogen. A suitable additive is commercially available.

E.2 Characteristics of oil no. 1

Oil no.1 shall have the characteristics shown in Table E.1. Generally it is of the mineral oil type, and a low volume increase oil.

To ensure uniformity, the source of this oil shall also be specified as a closely controlled blend of mineral oils consisting of a solvent-extracted, chemically treated, dewaxed, paraffinic residuum and natural oil. Oil no. 1 shall not contain any additive, except that a trace (approximately 0,1 %) of a pour-point depressant may be added.

Table E.1 – Characteristics of oil no. 1

Property	Oil no. 1
Aniline point (°C) ^a	124 ± 1
Kinematic viscosity (m ² /s) ^b	(20 ± 1) × 10 ⁻⁶
Flash point (°C minimum) ^c	243
^a See ISO 2977. ^b Measured at 98,89 °C (see ISO 3104). ^c Measured by Cleveland open cup method (see ISO 2592).	

See ISO 1817 for supplementary information.

Annex F (normative)

Classification of defects and tests to be allocated

This annex was developed to address the level of defects of electrical insulating blankets having completed the production phase (critical, major or minor) in a consistent manner (see IEC 61318). For each requirement identified in Table F.1, both the type of defect and the associated test are specified.

Table F.1 – Classification of defects and associated requirements and tests

Requirements		Type of defect			Tests
		Critical	Major	Minor	
4.3.1	Diameter of eyelets			X	5.2.3
4.3.3.1	Availability of length and width and tolerances			X	5.2.4
	Tolerances not within the specified limits			X	
4.3.3.2.1	Maximum thickness			X	5.2.5
4.3.4	Workmanship and finish (various shape)	X ^a	X ^a	X ^a	5.6.4.2.2
4.3.4	Workmanship and finish (in rolls)	X ^a	X ^a	X ^a	5.6.4.2.2
4.5	Dielectric	X			5.6.4.2.2
4.6	Marking		X		5.3
4.7	Packaging			X	5.4
4.8	Instructions for use			X	5.4
4.4	Mechanical				
	Tensile strength and elongation at break		X		5.5.2
	Mechanical puncture		X		5.5.3
	Tension set or Tear resistance		X		5.5.4 or 5.5.5
4.4	Ageing			X	5.7
4.4	Thermal				
	Flame retardance			X	5.8.1
	Low temperature			X	5.8.2
4.4	Special properties				
	Acid resistance			X	6.2
	Oil resistance			X	6.3
	Ozone resistant			X	6.4
	Mechanical puncture			X	6.5
	Extremely low temperature			X	6.6
^a The classification of defect is related to the type of irregularities. The electrical proof test of 5.6.4.2.2 will cover all cases.					

Bibliography

IEC 60050(601):1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050(651):1999, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 651: Live working*

IEC 60743:2001, *Live working – Terminology for tools, equipment and devices*
Amendment 1 (2008)²⁾

ISO 472:1999, *Plastics – Vocabulary*

ISO 1817, *Rubber, vulcanized – Determination of the effect of liquids*

²⁾ There exists a consolidated edition 2.1 (2008) that includes edition 2 of IEC 60743 and its Amendment 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	44
INTRODUCTION.....	46
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives.....	47
3 Termes et définitions	48
4 Exigences	49
4.1 Généralités.....	49
4.2 Classification.....	49
4.3 Exigences physiques.....	49
4.3.1 Composition	49
4.3.2 Forme et conception.....	50
4.3.3 Dimensions et tolérances	51
4.3.4 Façon et finition.....	52
4.4 Exigences mécaniques, climatiques et environnementales	52
4.5 Exigences diélectriques.....	52
4.6 Marquage.....	53
4.7 Emballage	53
4.8 Instructions d'emploi	54
5 Essais	54
5.1 Généralités.....	54
5.2 Contrôles visuel et dimensionnel	54
5.2.1 Généralités.....	54
5.2.2 Classification.....	54
5.2.3 Composition	54
5.2.4 Dimensions, façon et finition.....	55
5.2.5 Epaisseur	55
5.3 Marquage.....	55
5.3.1 Contrôles visuel et dimensionnel	55
5.3.2 Durabilité du marquage	55
5.4 Emballage et instructions d'emploi	56
5.5 Essais mécaniques.....	56
5.5.1 Généralités.....	56
5.5.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture.....	56
5.5.3 Résistance mécanique à la perforation	57
5.5.4 Rémanence d'allongement des élastomères	59
5.5.5 Résistance à la déchirure des plastiques	59
5.6 Essais diélectriques	60
5.6.1 Généralités.....	60
5.6.2 Electrodes	61
5.6.3 Appareillage d'essai	64
5.6.4 Procédure d'essai électrique	65
5.7 Essais de vieillissement	66
5.8 Essais thermiques.....	67
5.8.1 Essai de non-propagation de la flamme.....	67
5.8.2 Essai de pliage à basse température (sauf pour les nappes de catégorie C).....	68

6	Essais sur les nappes isolantes électriques ayant des propriétés spéciales.....	69
6.1	Généralités.....	69
6.2	Catégorie A: Résistance à l'acide.....	69
6.3	Catégorie H: Résistance à l'huile.....	69
6.4	Catégorie Z: Résistance à l'ozone.....	70
6.4.1	Généralités.....	70
6.4.2	Méthodes d'essai.....	70
6.5	Catégorie M: Résistance mécanique à la perforation.....	71
6.6	Catégorie C: Essai de pliage à très basse température.....	72
7	Evaluation de la conformité des nappes isolantes électriques issues de la production.....	72
8	Modifications.....	72
	Annexe A (informative) Guide pour le choix de la classe de nappes isolantes électriques en fonction de la tension nominale d'un réseau.....	73
	Annexe B (informative) Précautions d'emploi et essais.....	74
	Annexe C (normative) Approprié aux travaux sous tension; double triangle (IEC 60417-5216 (2002-10)).....	77
	Annexe D (normative) Procédure générale des essais de type.....	78
	Annexe E (normative) Liquide pour essais de nappes isolantes électriques de catégorie H – Résistance à l'huile.....	81
	Annexe F (normative) Classification des défauts et essais assignés.....	82
	Bibliographie.....	83
	Figure 1 – Exemple de conception pleine.....	50
	Figure 2 – Exemple de conception fendue.....	51
	Figure 3 – Vue en plan de l'éprouvette en forme d'haltère.....	56
	Figure 4 – Disques d'essai et aiguille pour l'essai de résistance mécanique à la perforation.....	58
	Figure 5 – Essai de résistance à la déchirure.....	60
	Figure 6 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de nappes isolantes électriques en utilisant le type normalisé d'électrodes.....	62
	Figure 7 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de nappes isolantes électriques en utilisant le type alternatif d'électrodes.....	64
	Figure 8 – Montage d'essai pour l'essai de tenue.....	65
	Figure 9 – Montage d'essai pour les essais de pliage à basse et à très basse température.....	68
	Figure 10 – Résistance à l'ozone – Montage d'essai de la méthode B.....	71
	Tableau 1 – Propriétés spéciales.....	49
	Tableau 2 – Longueurs et largeurs usuelles pour les nappes isolantes électriques.....	51
	Tableau 3 – Epaisseur maximale des nappes isolantes électriques.....	52
	Tableau 4 – Distance dans l'air entre électrodes maximale pour les essais d'épreuve.....	62
	Tableau 5 – Tensions d'essai.....	66
	Tableau A.1 – Tension maximale d'utilisation recommandée.....	73
	Tableau D.1 – Liste et ordre chronologique de réalisation des essais de type.....	78
	Tableau E.1 – Caractéristiques de l'huile No. 1.....	81
	Tableau F.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés.....	82

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – NAPPES ISOLANTES ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61112 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Cette édition annule et remplace la première édition publiée en 1992 ainsi que son Amendement 1 (2002), et constitue une révision technique.

Elle inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- la révision générale des exigences et des dispositions d'essai;
- la limitation de l'étendue du domaine d'application en ce qui a trait à la largeur minimale des nappes isolantes électriques en rouleaux;
- l'ajout d'une définition des nappes isolantes électriques qui comprend des feuillards de formes diverses ou en rouleau;
- l'ajout de la Classe 00;
- le retrait de la catégorie S et l'introduction de la catégorie R;

- la clarification de la façon dont les nappes isolantes électriques en rouleaux sont prises en compte par les procédures d'essai;
- pour l'essai d'épreuve, la spécification d'un type normalisé et d'un type alternatif d'électrodes;
- pour les essais à basse et très basse température, la modification des procédures d'essai en remplaçant l'essai d'épreuve dans la sanction des essais par un essai de tenue;
- pour les essais de résistance à l'acide et à l'huile, la modification des procédures d'essai en spécifiant l'utilisation d'éprouvettes et en remplaçant l'essai d'épreuve dans la sanction des essais par un essai de tenue;
- pour les essais de résistance à l'huile, la spécification du liquide 102 et l'harmonisation de la sanction de l'essai mécanique avec celle de l'essai de résistance à l'acide;
- la préparation des éléments d'évaluation des défauts et de l'application générale de la CEI 61318 Ed.3;
- la révision des annexes existantes;
- la disparition des Annexe D et F qui ne sont plus applicables, en accord avec la CEI 61318 Ed.3;
- l'introduction d'une nouvelle Annexe F normative traitant de la classification des défauts.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/785/FDIS	78/799/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La présente Norme Internationale a été rédigée en conformité avec les exigences de la CEI 61477, lorsque applicables.

Pendant certaines ou pendant toutes les étapes de son cycle de vie, le produit couvert par la présente norme peut avoir un impact sur l'environnement. Ces impacts peuvent être de légers à importants, de court ou de long terme, et se produire à un niveau local, régional ou global.

Sauf pour une exigence relative à un énoncé de mise au rebut à inclure dans les instructions d'emploi, la présente norme ne contient pas d'exigences et de dispositions d'essai s'adressant au fabricant, ou de recommandations aux utilisateurs du produit ayant pour but d'améliorer l'environnement. Cependant, tous les intervenants à sa conception, sa fabrication, son emballage, sa distribution, son utilisation, son entretien, sa réparation, sa réutilisation, sa récupération et sa mise au rebut sont invités à prendre en compte les éléments environnementaux.

TRAVAUX SOUS TENSION – NAPPES ISOLANTES ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux nappes isolantes électriques pour la protection des travailleurs contre un contact accidentel avec des conducteurs électriques sous tension ou mis à la terre, des appareils ou des circuits, et contre les courts-circuits dans des installations électriques.

Les nappes isolantes électriques en rouleaux de largeur inférieure à 50 mm ne sont pas couvertes par la présente norme.

NOTE 1 Voir 4.2 pour la classification électrique en courant alternatif et pour l'utilisation en courant continu.

NOTE 2 La présente norme donne les dispositions d'essai en courant alternatif. Pour les applications en courant continu, l'historique est limité.

NOTE 3 Voir l'Annexe A pour les tensions maximales d'utilisation suggérées.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide.*

CEI 60212:1971, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 61318, *Travaux sous tension – Evaluation de la conformité applicable à l'outillage, au matériel et aux dispositifs*

CEI 61477, *Travaux sous tension – Exigences minimales pour l'utilisation des outils, dispositifs et équipements*

ISO 2592, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 2977, *Produits pétroliers et solvants hydrocarbonés – Détermination du point d'aniline et du point d'aniline en mélange*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ASTM D 3767:2003 (reapproved 2008): *Standard practice for rubber – Measurement of dimensions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61318 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

décharge disruptive

passage d'un arc à la suite d'un claquage

NOTE 1 Le terme "amorçage" (en anglais "sparkover") est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

NOTE 2 Le terme "contournement" (en anglais "flashover") est utilisé lorsque la décharge disruptive longe au moins en partie la surface d'un diélectrique solide entouré d'un gaz ou d'un liquide isolant.

NOTE 3 Le terme "perforation" (en anglais "puncture") est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide entraînant un dommage permanent.

[VEI 651-01-18 et la définition 2.7.7 de la CEI 60743, modifiées]

3.2

élastomère

matière macromoléculaire qui retourne rapidement et approximativement à sa forme et à ses dimensions initiales après cessation d'une contrainte faible ayant produit une déformation importante

NOTE 1 La définition s'applique pour des conditions d'essai à la température du laboratoire.

NOTE 2 «Elastomère » est un terme général comprenant les caoutchoucs, les latex et les composés élastomères pouvant être naturels ou synthétiques ou un mélange ou combinaison des deux. Il comprend aussi les élastomères thermoplastiques.

[ISO 472 modifiée]

3.3

nappe isolante électrique

protecteur souple en forme de feuille réalisé en élastomère ou en matériau plastique et utilisé pour recouvrir des conducteurs ou des parties métalliques qui sont soit sous tension, soit hors tension, soit à la terre

NOTE Le feillard est soit taillé en diverses formes déterminées, ou en rouleau permettant aux travailleurs de couper le matériel selon une forme spéciale répondant à l'application.

[Définition 5.2.2 de la CEI 60743 et VEI 651-04-06, modifiées]

3.4

tension nominale (d'un réseau)

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[VEI 601-01-21]

3.5

plastique

matière qui contient, comme ingrédient essentiel, un haut polymère et qui, à une certaine étape de sa transformation en produit fini, peut être mise en forme par écoulement

NOTE 1 Les élastomères, qui sont aussi mis en forme par fluage, ne sont pas considérés comme des plastiques.

NOTE 2 Cette note ne concerne pas le texte français.

[Définition 2.4.4 de la CEI 60743 et ISO 472]

3.6**tension d'essai d'épreuve**

tension désignée à laquelle est soumis un dispositif ou une éprouvette pour un temps et sous des conditions prescrites, dans le but de vérifier que la tenue électrique de l'isolation est supérieure à la valeur de la tension désignée

3.7**tension d'essai de tenue**

tension qu'une éprouvette se doit de supporter sans produire de décharge disruptive ou autre défaut électrique lorsque cette tension est appliquée selon des conditions prescrites

4 Exigences**4.1 Généralités**

Les nappes isolantes électriques doivent être conçues et fabriquées de façon à contribuer à la sécurité des utilisateurs, pourvu qu'elles soient utilisées par des personnes qualifiées, conformément à des méthodes de travail en toute sécurité et aux instructions d'emploi.

4.2 Classification

Les nappes isolantes électriques faisant l'objet de la présente norme doivent être désignées comme suit:

- par une classe électrique, classe 00, classe 0, classe 1, classe 2, classe 3 et classe 4;
- par propriétés spéciales, par l'adjonction d'un ou de suffixe(s) à la classe, conformément au Tableau 1.

Un guide de sélection de la classe (c.a. et c.c.) est donné à l'Annexe A.

Un guide en fonction de la plage de températures à laquelle les nappes isolantes électriques peuvent être utilisées est donné à l'Annexe B.

Tableau 1 – Propriétés spéciales

Catégorie	Résistant à
A	L'acide
H	L'huile
Z	L'ozone
M	La perforation mécanique
R	L'acide, l'huile et l'ozone
C	La très basse température
NOTE Toute combinaison de catégories peut être utilisée.	

4.3 Exigences physiques**4.3.1 Composition**

Les nappes isolantes électriques doivent être fabriquées d'élastomère ou de matières plastiques et produites par un procédé sans couture. Lorsque les nappes isolantes électriques sont pourvues d'œillets, ceux-ci doivent être non conducteurs. Lorsque les nappes isolantes électriques sont pourvues d'autres systèmes de fermeture (par exemple fermeture velcro), ceux-ci doivent aussi être non conducteurs.

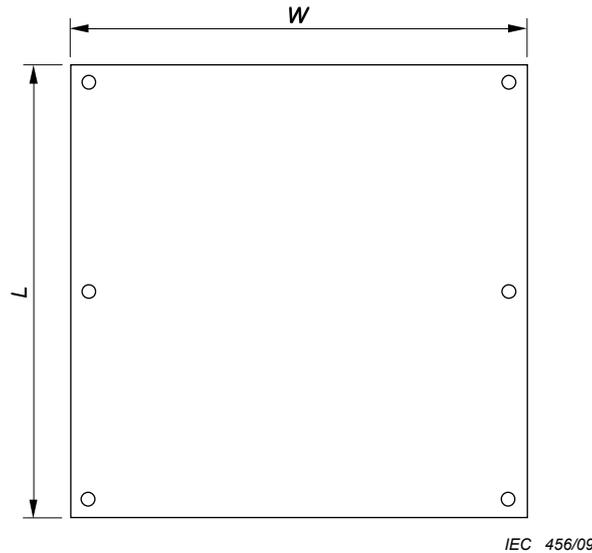
NOTE Habituellement, les fabricants proposent une norme pour le type, le nombre et la dimension des œillets. Des œillets de Ø8 mm sont d'usage courant. Des besoins spéciaux peuvent faire l'objet d'une entente entre fabricant et client.

4.3.2 Forme et conception

Il n'y a pas d'exigence reliée à la forme et à la conception des nappes isolantes électriques.

Les nappes isolantes électriques peuvent être de formes diverses ou en rouleaux à être coupés selon les applications particulières.

Les nappes isolantes électriques de formes diverses peuvent être de conception pleine ou fendue (les Figures 1 et 2 en donnent des exemples). Elles peuvent inclure une armature réalisée en fibres synthétiques. Dans tous les cas, les nappes isolantes électriques peuvent avoir une ou des fixation(s) agrippante(s) (Velcro®¹⁾) le long de leur périmètre.



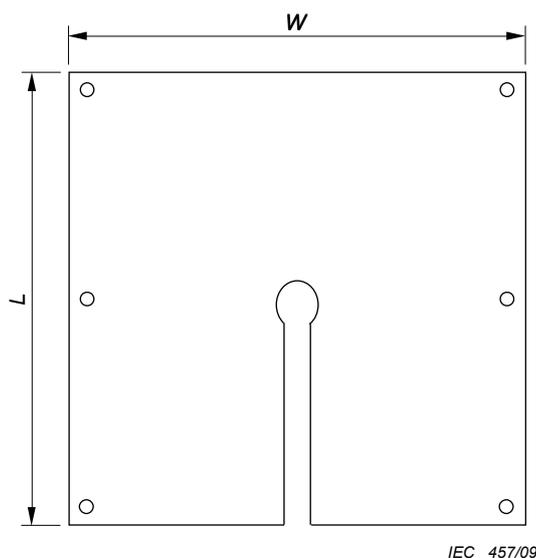
Légende

L Longueur

W Largeur

Figure 1 – Exemple de conception pleine

1) Velcro® est l'appellation commerciale d'un produit distribué par Velcro Industries B.V. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.

**Légende**

L Longueur

W Largeur

Figure 2 – Exemple de conception fendue**4.3.3 Dimensions et tolérances****4.3.3.1 Longueur et largeur**

Les fabricants doivent fournir la longueur et la largeur des nappes. Pour chaque nappe, ces dimensions doivent respecter une tolérance de $\pm 2\%$ des dimensions déclarées.

Les longueurs et largeurs usuelles pour les nappes isolantes électriques sont indiquées au Tableau 2.

Tableau 2 – Longueurs et largeurs usuelles pour les nappes isolantes électriques

Nappes de formes diverses				Nappes en rouleaux
Conception pleine		Conception fendue		
Longueur mm	Largeur mm	Longueur mm	Largeur mm	Largeur mm
560	560	560	560	60 ^a , 90 ^a 360, 500, 800, 1 000, 1 300, 2 000
660	360			
900	500	900	900	
910	305	-	-	
910	457			
910	690			
910	910	910	910	
1 160	1 160	1 160	1 160	
1 200	800			
2 000	1 300	2 000	1 300	
2 128	910			
2 280	910			

^a Produites pour classe 00 et classe 0 seulement.

NOTE Des considérations spéciales s'appliquent pour les essais électriques des nappes de dimensions inférieures ou égales à 90 mm.

4.3.3.2 Epaisseur

4.3.3.2.1 Epaisseur maximale

En vue d'obtenir la souplesse appropriée, l'épaisseur maximale d'une nappe isolante électrique doit être telle que donnée au Tableau 3.

Les nappes des catégories A, H, M, R et Z peuvent nécessiter une épaisseur supplémentaire qui ne doit pas excéder 0,6 mm.

Tableau 3 – Epaisseur maximale des nappes isolantes électriques

Classe	Elastomère mm	Plastique mm
00	1,5	0,8
0	2,2	1,0
1	3,6	1,5
2	3,8	2,0
3	4,0	a
4	4,3	a

^a Non disponible sur le marché

4.3.3.2.2 Epaisseur minimale

L'épaisseur minimale doit être déterminée uniquement par la possibilité de satisfaire aux essais définis aux Articles 5 et 6.

4.3.4 Façon et finition

Les nappes isolantes électriques ne doivent pas comporter d'irrégularités nuisibles, sur les deux surfaces, décelables par une inspection et/ou un essai approfondi.

Les irrégularités nuisibles définies comme étant toutes les caractéristiques qui rompent l'uniformité et la planéité de la surface et qui comportent, par exemple, des trous d'épingles, des craquelures, des cloques, des coupures, des matières étrangères conductrices incrustées, des faux plis, des traces de pincement, des vides (inclusion d'air), des nervures proéminentes ou traces de moulage proéminentes ne doivent pas être acceptables.

Les irrégularités non nuisibles définies comme étant les irrégularités de surface présentes sur l'une ou l'autre des surfaces de la nappe dues aux imperfections des formes et des moules et à d'autres imperfections inhérentes aux procédés de fabrication doivent être acceptables. Ces irrégularités apparaissent comme des marques de moulage ressemblant à des coupures, bien qu'elles ne soient en fait que des rides du matériau, des saillies ou des protubérances incrustées.

4.4 Exigences mécaniques, climatiques et environnementales

Les nappes isolantes électriques doivent supporter les contraintes mécaniques, climatiques et environnementales apparaissant en utilisation normale.

Les nappes isolantes électriques ayant une ou plusieurs catégories spéciales doivent supporter les contraintes supplémentaires qui s'appliquent.

4.5 Exigences diélectriques

Les nappes isolantes électriques doivent pouvoir supporter les contraintes électriques qui correspondent à leur classe électrique.

4.6 Marquage

Les nappes isolantes électriques qui satisfont aux exigences de la présente norme doivent avoir sur le produit même, les éléments de marquage suivant:

- le nom, la marque de commerce ou l'identification du fabricant;
- le symbole IEC 60417–5216 (2002-10) – Approprié aux travaux sous tension; double triangle (voir l'Annexe C);

NOTE 1 La proportion exacte de la hauteur de la figure à la base du triangle est de 1,43. Dans un souci pratique, la proportion peut se situer entre les valeurs de 1,4 et 1,5.

- le numéro de la norme CEI applicable immédiatement adjacent au symbole, (IEC 61112);
- le mois et l'année de fabrication;
- la catégorie, le cas échéant;
- la classe.

Dans le cas de nappes en rouleaux, ces éléments de marquage doivent apparaître au moins à chaque mètre.

NOTE 2 Il est recommandé aux fabricants de marquer au moins à chaque 30 cm les nappes en rouleaux de Classe 00 et de Classe 0 afin de conserver les informations de marquage quand les nappes sont ultérieurement coupées en morceaux plus petits.

NOTE 3 Il peut arriver que les nappes de Classe 00 et de Classe 0 soient traitées comme un produit consommable, prévu pour un usage unique.

Tout élément de marquage additionnel doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Le marquage doit être clairement visible, durable et ne doit pas diminuer la qualité de la nappe isolante électrique.

Si un code de couleur est utilisé, la couleur du symbole (double triangle) doit correspondre au code suivant:

- Classe 00 - beige;
- Classe 0 - rouge;
- Classe 1 - blanc;
- Classe 2 - jaune;
- Classe 3 - vert;
- Classe 4 - orange.

4.7 Emballage

Les nappes isolantes électriques doivent être emballées dans des paquets ou conteneurs, de solidité suffisante pour protéger les nappes isolantes électriques convenablement des détériorations, lors de la livraison et lorsqu'elles sont soumises aux conditions normales de transport et d'entreposage précédant le premier usage.

NOTE Il est de la responsabilité de l'utilisateur de fournir un emballage de protection (ex: un sac spécifique) lorsque des pièces coupées sont prévues pour être réutilisées.

L'extérieur d'un paquet ou d'un conteneur doit être marqué au moins des informations suivantes:

- le numéro de la norme CEI applicable immédiatement adjacent au symbole avec l'année de publication (4 chiffres), (IEC 61112:2009);
- le nom, l'identification ou la marque de commerce du fabricant.

4.8 Instructions d'emploi

Le fabricant doit fournir des instructions d'emploi écrites, dans chaque emballage de nappes isolantes électriques couvertes par la présente norme.

Ces instructions doivent être préparées en conformité avec les dispositions générales de la CEI 61477.

Les instructions d'emploi doivent inclure au moins des informations sur l'entreposage, la manipulation, la mise au rebut, et les essais périodiques.

Les instructions d'emploi doivent informer les utilisateurs de toute situation dangereuse dont le fabricant est informé et offrir des recommandations pertinentes, sans pour autant s'immiscer dans les procédures de travail (par exemple, des recommandations en cas de nappes qui se chevauchent).

5 Essais

5.1 Généralités

La présente norme fournit les dispositions d'essai qui permettent de démontrer que le produit satisfait aux exigences de l'Article 4. Ces dispositions d'essai sont principalement destinées à être utilisées comme essais de type permettant de valider la conception. Lorsque cela est approprié, des moyens alternatifs (calcul, examen, essais, etc.) sont spécifiés dans les paragraphes consacrés aux essais et sont destinés aux produits issus de la production.

L'Annexe D présente la répartition des nappes isolantes électriques en différents groupes d'essai, la quantité requise ainsi que l'ordre dans lequel les essais de type sont réalisés.

Les conditions des locaux d'essai doivent être conformes à la CEI 60068-1:

- température ambiante: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 45% à 75 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

Sauf spécification contraire, pour les essais de type, les nappes isolantes électriques ou les éprouvettes d'essai doivent être conditionnées pendant $2 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ à une température de $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et une humidité relative de $50 \% \pm 5\%$ selon la CEI 60212, atmosphère normale B.

Sauf spécification contraire, la tolérance applicable sur toute valeur mesurée doit être $\pm 5\%$.

5.2 Contrôles visuel et dimensionnel

5.2.1 Généralités

Le contrôle visuel doit être réalisé par une personne dont la vue est normale ou corrigée, sans moyen de grossissement additionnel.

5.2.2 Classification

Il doit être vérifié par contrôle visuel que les exigences de 4.2 sont satisfaites.

5.2.3 Composition

Il doit être vérifié par contrôle visuel que les exigences de 4.3.1 sont satisfaites.

5.2.4 Dimensions, façon et finition

La longueur et la largeur du produit telles que fournies par le fabricant doivent être contrôlées lorsque les nappes isolantes électriques sont déposées à plat. Les exigences de dimensions doivent être considérées comme satisfaites si les tolérances se conforment au 4.3.3.1.

La façon et la finition doivent être contrôlées visuellement. Pour une nappe en rouleau, une longueur de 2 m doit être soumise à l'inspection.

L'inspection doit être considérée comme réussie si les exigences en 4.3.4 sont satisfaites. Les irrégularités non nuisibles sont les irrégularités de surface présentes sur l'une ou l'autre des surfaces de la nappe dues aux imperfections des formes et des moules ou à d'autres imperfections inhérentes aux procédés de fabrication, et sont acceptables pourvu que:

- a) les dépressions aient des bords arrondis et aucune cassure visible à la surface et qu'elles ne soient pas visibles de l'autre côté après avoir étiré la nappe avec le pouce;
- b) le nombre de dépressions décrites au point a) ne soit pas supérieur à cinq, à n'importe quel point de la nappe ou sur la section de rouleau sous essai, et que deux d'entre elles soient au moins séparées de 15 mm;
- c) les saillies, protubérances ou marques de moulage tendent à se fondre en une surface lisse lorsqu'on étire le matériau;
- d) les petites saillies ou protubérances ne représentent qu'une petite quantité de matière supplémentaire qui ne puisse être enlevée facilement avec le doigt, et que ces saillies n'affectent pas notablement l'allongement de la matière.

5.2.5 Epaisseur

Les mesures d'épaisseur doivent être effectuées sur cinq points ou plus uniformément répartis sur la surface totale de la nappe isolante électrique. Pour une nappe en rouleau, une longueur de 2 m doit être soumise à l'essai.

Les mesures doivent être effectuées avec un dispositif disponible commercialement, conçu pour un usage sur des matériaux flexibles et qui mesure l'épaisseur avec une précision de 0,03 mm. Il faut assurer à la nappe isolante électrique un support suffisant pour qu'elle présente une surface plate, sans contraintes au point de mesure.

En conformité avec l'ASTM D3767, la pression exercée par la pointe de pression du dispositif de mesure doit être de (22 ± 5) kPa dans le cas du matériau de nappe ayant un degré de dureté égal ou supérieur à 35 DIDC et de (10 ± 2) kPa dans le cas du matériau de nappe ayant un degré de dureté inférieur à 35 DIDC.

L'essai doit être considéré comme réussi si les exigences en 4.3.3.2.1 sont satisfaites.

5.3 Marquage

5.3.1 Contrôles visuel et dimensionnel

Les exigences de marquage en 4.6 doivent être vérifiées par contrôle visuel. Pour une nappe en rouleau, une longueur de 2 m doit être soumise à l'essai.

5.3.2 Durabilité du marquage

La durabilité des éléments marqués sur la nappe isolante électrique doit être vérifiée en frottant vigoureusement pendant 15 s avec un chiffon non pelucheux trempé dans de l'eau savonneuse, puis en frottant à nouveau pendant 15 s avec un chiffon non pelucheux trempé dans de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$).

NOTE Il est du devoir d'un employeur de s'assurer que la législation applicable ainsi que les prescriptions de sécurité propres à l'usage de ce produit chimique sont respectées intégralement.

L'essai doit être considéré comme réussi si les éléments de marquage demeurent lisibles et les lettres ne font pas tache.

Pour les marquages qui sont produits par moulage ou gravure l'essai de durabilité n'est pas requis.

5.4 Emballage et instructions d'emploi

L'emballage et la fourniture complète des informations requises en 4.7 et 4.8 doivent être vérifiés par contrôle visuel.

5.5 Essais mécaniques

5.5.1 Généralités

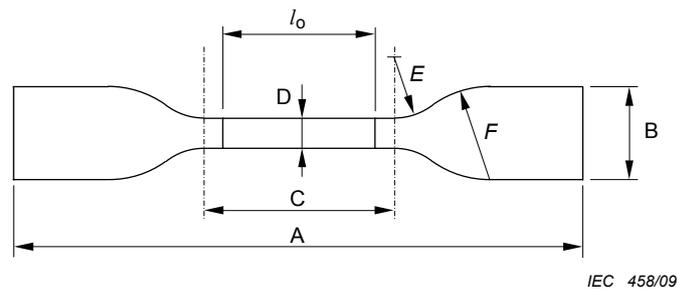
Tous les essais mécaniques doivent être réalisés sur des éprouvettes ayant subi un conditionnement, en les entreposant séparément à plat durant au moins 24 h à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à une humidité relative de $50\% \pm 5\%$ selon la CEI 60212, atmosphère normale B. Pour les nappes en rouleaux, la matière prélevée d'un rouleau et nécessaire à préparer les éprouvettes doit être coupée avant le conditionnement.

NOTE Les propriétés des élastomères vulcanisés changent continuellement avec le temps, ces changements étant particulièrement rapides dans la période qui suit immédiatement la vulcanisation.

5.5.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture

Les éprouvettes doivent avoir la forme d'haltère indiquée à la Figure 3 et quatre éprouvettes doivent être découpées des coins de la nappe isolante électrique en essai, une près de chaque coin. Deux éprouvettes doivent être découpées dans la longueur et deux dans la largeur. Dans le cas de matière en rouleau de largeur inférieure à 75 mm, les éprouvettes en forme d'haltère doivent être découpées dans le sens de la longueur.

Des traits de repère, espacés de 20 mm, doivent être tracés sur ces éprouvettes, à des emplacements symétriques sur la partie étroite de l'haltère (voir Figure 3).



Référence	Dimensions mm	Référence	Dimensions mm
A	75	E	$8 \pm 0,5$
B	$12,5 \pm 1,0$	F	$12,5 \pm 1$
C	25 ± 1	l_0	20
D	$4 \pm 0,1$		

Figure 3 – Vue en plan de l'éprouvette en forme d'haltère

Les éprouvettes doivent être essayées dans une machine d'essai d'extension qui doit être manœuvrée à une vitesse suffisante pour maintenir à peu près constante la vitesse de la traverse mobile, cela jusqu'au maximum de la capacité de l'appareil. La vitesse de la traverse mobile doit être de $500 \text{ mm/min} \pm 50 \text{ mm/min}$.

La résistance à la traction doit être calculée en divisant la force de rupture par la surface initiale de la section transversale en essai.

L'essai doit être considéré comme réussi si, pour chacune des quatre éprouvettes, la résistance à la traction n'est pas inférieure à 12 MPa.

L'allongement à la rupture doit être calculé en soustrayant la distance initiale entre les traits de repère de l'éprouvette de la distance entre ces traits au moment de la rupture et en exprimant le résultat en pourcentage de la distance initiale.

L'allongement à la rupture ne s'applique pas aux nappes renforcées par des fibres synthétiques.

L'essai doit être considéré comme réussi si, pour chacune des quatre éprouvettes, l'allongement à la rupture n'est pas inférieur à 300 % pour les élastomères et 150 % pour les plastiques.

NOTE 1 Il convient que la machine puisse donner une indication continue de la force appliquée à l'éprouvette et qu'elle comporte une échelle graduée permettant de mesurer l'allongement.

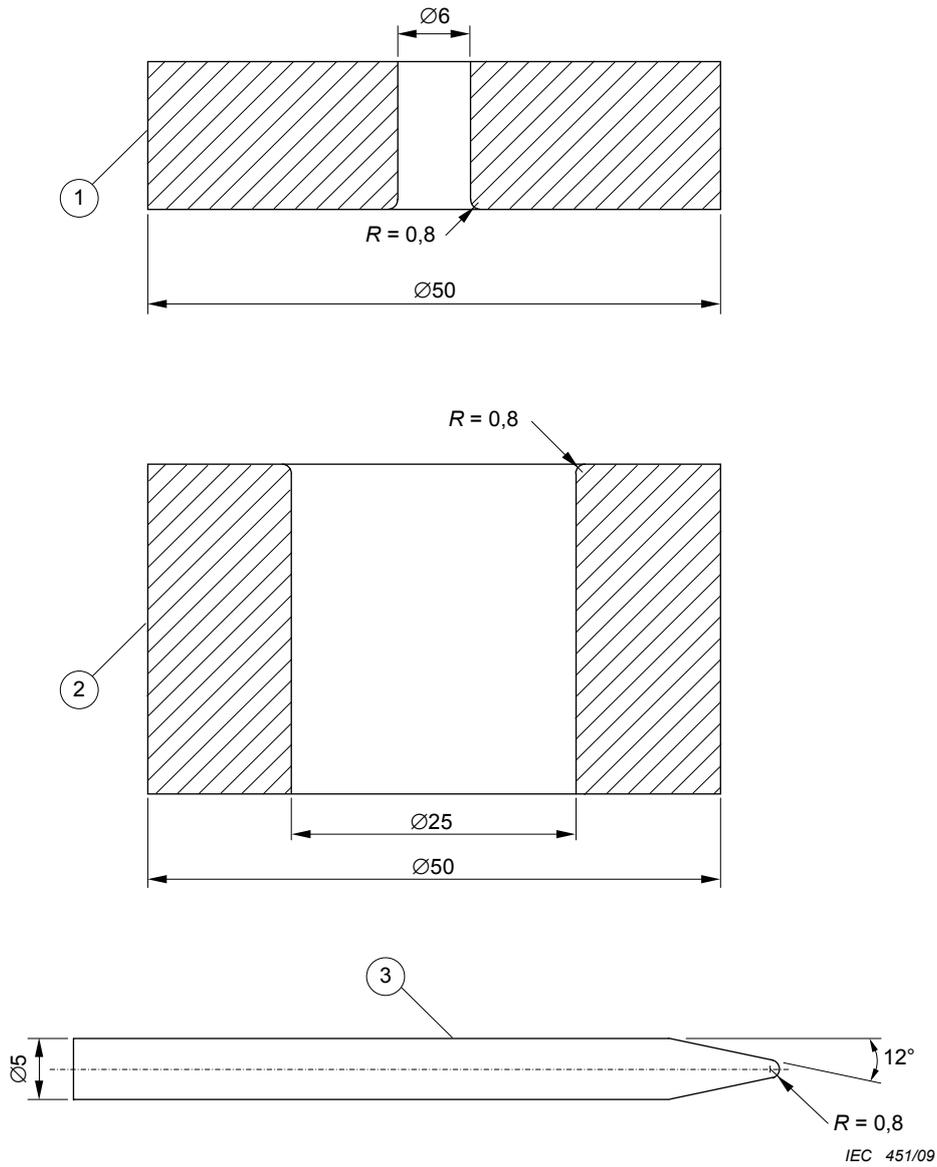
NOTE 2 Après la rupture de l'éprouvette, il convient que la machine conserve l'indication de la force maximale et, si possible, de l'allongement maximal.

5.5.3 Résistance mécanique à la perforation

Deux éprouvettes circulaires de 50 mm de diamètre doivent être découpées dans la nappe isolante électrique, et chacune doit être fixée entre deux disques plats de 50 mm de diamètre. Le disque supérieur doit avoir une ouverture circulaire de 6 mm de diamètre et le disque inférieur, une ouverture circulaire de 25 mm de diamètre. Les bords des deux ouvertures doivent être arrondis de manière à présenter un rayon de 0,8 mm (voir Figure 4).

Une aiguille doit être fabriquée à partir d'une tige métallique de 5 mm de diamètre, et une de ses extrémités doit être usinée en forme de cône avec un angle de 12° dont le sommet sera arrondi avec un rayon de 0,8 mm (voir Figure 4). L'aiguille doit être propre au moment de l'emploi.

Dimensions en millimètres sauf pour les angles



Légende

- 1 Disque supérieur
- 2 Disque inférieur
- 3 Aiguille

Figure 4 – Disques d’essai et aiguille pour l’essai de résistance mécanique à la perforation

L'aiguille doit être positionnée perpendiculairement au-dessus de l'éprouvette (fixée entre les disques) et doit être déplacée de façon à perforer l'éprouvette. La vitesse de la traverse mobile doit être de 500 mm/min \pm 50 mm/min. La force nécessaire à la perforation de l'éprouvette doit être mesurée.

L'essai doit être considéré comme réussi si la résistance à la perforation est supérieure à 45 N à l'exception des nappes de la classe 0 où elle doit être supérieure à 30 N et des nappes de classe 00 où elle doit être supérieure à 25 N.

5.5.4 Rémanence d'allongement des élastomères

Quatre éprouvettes ayant la forme indiquée à la Figure 3 doivent être découpées dans la nappe isolante électrique. Les éprouvettes doivent être fixées par leurs extrémités à une machine de traction comprenant une tige métallique ou un autre guide convenable comportant deux supports, l'un fixe et l'autre mobile.

La mesure de la longueur de référence avant extension (désignée par l_0 dans la Figure 3) doit être faite à 0,1 mm près et l'éprouvette doit être fixée dans le support. L'éprouvette doit être étirée à une vitesse comprise entre 2 mm/s et 20 mm/s jusqu'à $200 \% \pm 10 \%$ d'allongement et maintenue ainsi pendant 10 min. Après ce temps, la traction doit être relâchée à une vitesse comprise entre 2 mm/s et 10 mm/s, puis l'éprouvette doit être retirée du support et posée sur une surface plate. Après un temps de récupération de 10 min, la longueur de référence doit être mesurée à nouveau.

La rémanence d'allongement est calculée comme un pourcentage de l'allongement initial par la formule suivante:

$$\text{Rémanence d'allongement} = 100 \frac{l_1 - l_0}{l_s - l_0}$$

où

l_0 est la longueur de référence initiale avant extension;

l_s est la longueur de référence après extension;

l_1 est la longueur de référence après récupération.

L'essai doit être considéré comme réussi si la rémanence d'allongement n'excède pas 15 %.

5.5.5 Résistance à la déchirure des plastiques

Quatre éprouvettes rectangulaires, ayant la forme indiquée à la Figure 5, doivent être découpées dans une nappe isolante électrique. Elles doivent être pré-conditionnées à une température de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $50 \% \pm 5\%$ (voir la CEI 60212, atmosphère normale B).

Une fente de $25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de longueur doit être réalisée dans le milieu de chaque éprouvette, en commençant l'incision au centre de l'éprouvette. Deux traits repères doivent être dessinés avec un crayon à mine de plomb gras, à l'emplacement indiqué à la Figure 5. Les angles doivent être définis à $\pm 1^\circ$.

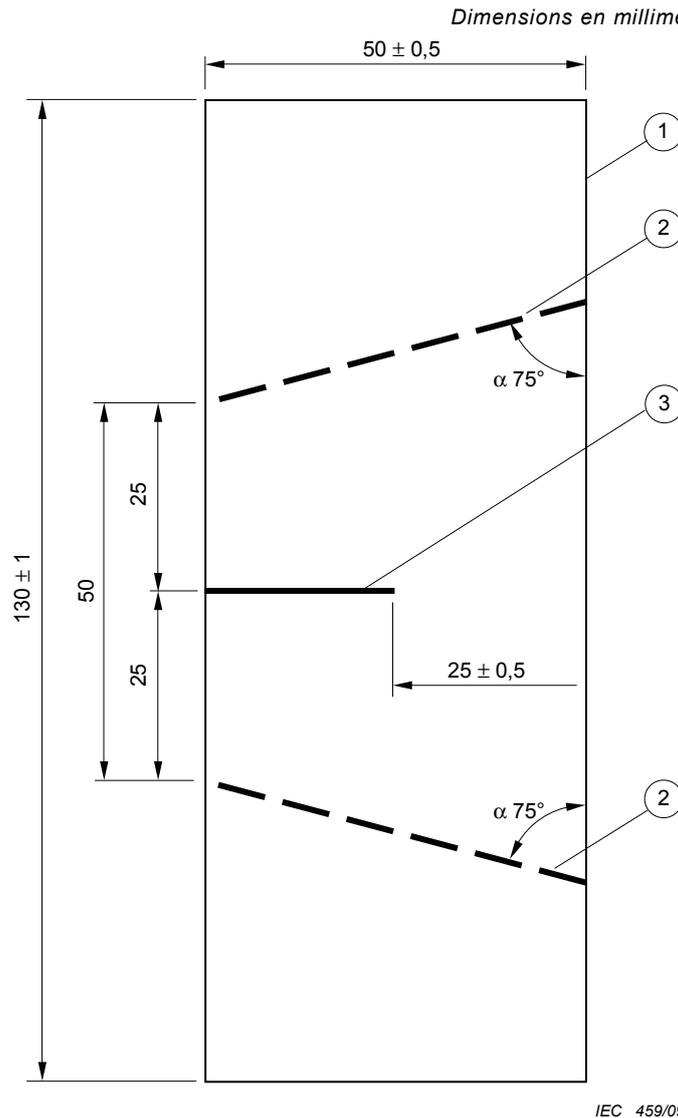
Les éprouvettes doivent être essayées dans une machine d'essai d'extension. Deux mâchoires plus larges que l'éprouvette doivent être mises au ras des traits et serrées de manière à éviter tout glissement.

La machine d'essai doit être manœuvrée à une vitesse constante de $100 \text{ mm/min} \pm 10 \text{ mm/min}$, et la force de tension enregistrée en fonction du temps.

La tension doit être augmentée jusqu'à ce que le matériel se déchire et l'essai est poursuivi jusqu'à la complète séparation en deux parties.

La résistance maximale à la déchirure est tirée de la courbe tension/temps et la moyenne calculée sur l'ensemble des éprouvettes.

L'essai doit être considéré comme réussi si cette valeur est plus grande que 30 N.



Légende

- 1 Eprouvette
- 2 Trait repère dessiné au crayon gras
- 3 Ligne d'incision

Figure 5 – Essai de résistance à la déchirure

5.6 Essais diélectriques

5.6.1 Généralités

Les essais diélectriques doivent être effectués en tension alternative. La valeur de crête ou la valeur efficace de la tension alternative doit être mesurée avec une erreur maximale selon la CEI 60060-2.

Les nappes, incluant les éprouvettes découpées des rouleaux, doivent être conditionnées pour l'absorption d'humidité par immersion totale dans un bain d'eau du robinet ayant une résistivité de $(100 \pm 15) \Omega \cdot m$ à la température ambiante (tel que spécifié en 5.1) pendant $16 h \pm 0,5 h$. Suite au conditionnement, elles doivent être essuyées à sec et immédiatement soumises à l'essai diélectrique.

NOTE Avant de commencer l'essai, il convient d'enlever à l'aide d'un solvant approprié tout composés isolants utilisés durant le procédé de finition (ex: paraffine et poudre de talc).

5.6.2 Electrodes

5.6.2.1 Généralités

Les électrodes doivent être conçues de façon à appliquer la contrainte électrique de façon uniforme sur toute la surface en essai sans produire d'effet couronne ou de contrainte mécanique sur le matériel.

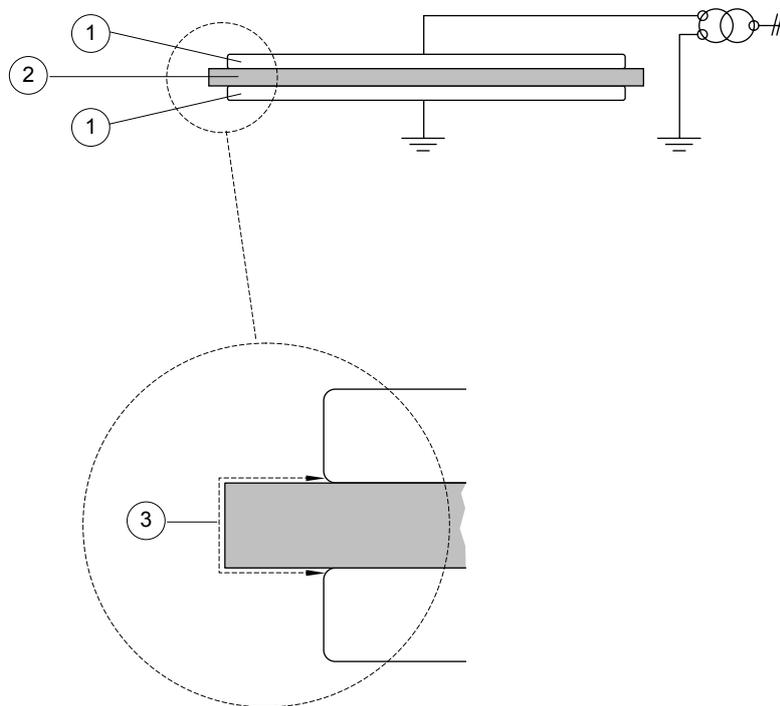
Les différents types d'électrodes à être utilisées sont décrits ci-dessous.

5.6.2.2 Pour l'essai d'épreuve

5.6.2.2.1 Type normalisé d'électrodes

Sauf si un contournement se produit pendant l'essai, le présent type d'électrodes doit être utilisé pour toutes les classes de nappes.

Les électrodes d'essai doivent être des plaques conductrices ayant des coins et des bords arrondis et lisses, d'une taille qui permette de couvrir la surface maximale de la nappe isolante électrique ou de l'éprouvette, tout en tenant compte de la distance dans l'air maximale donnée au Tableau 4 (voir Figure 6).



IEC 452/09

Légende

- 1 Plaque conductrice
- 2 Nappe ou éprouvette
- 3 Distance dans l'air entre les électrodes

Figure 6 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de nappes isolantes électriques en utilisant le type normalisé d'électrodes

Pour les essais de rouleaux, les électrodes doivent au minimum contenir une longueur de nappe isolante électrique égale à la largeur du rouleau.

Les dimensions des électrodes doivent être telles que les distances dans l'air spécifiées au Tableau 4 ne sont pas dépassées.

Tableau 4 – Distance dans l'air entre électrodes maximale pour les essais d'épreuve

Classe de nappes isolantes électriques	Distance dans l'air pour essais mm
00	10
0	20
1	80
2	150
3	200
4	300

La distance dans l'air est définie comme étant la distance entre l'électrode supérieure et l'électrode inférieure en contournant la nappe ou l'éprouvette.

5.6.2.2.2 Type alternatif d'électrodes si un contournement se produit avec le type normalisé

Si un contournement se produit pendant l'essai réalisé avec le type normalisé d'électrodes spécifié en 5.6.2.2.1, le type d'électrodes qui suit doit être utilisé.

Une feuille en matériau isolant de 1 270 mm × 1 270 mm et de 3 mm à 5 mm d'épaisseur ayant une ouverture au centre de 762 mm × 762 mm doit être placée sur une plaque métallique mise à la terre. L'ouverture de ce masque ayant l'apparence d'un «cadre» doit être remplie avec un matériau conducteur d'une épaisseur telle que l'électrode de terre est ramenée au même niveau que la face du cadre afin de maintenir un contact direct avec la nappe ou l'éprouvette en essai.

La nappe ou l'éprouvette doit être placée sur le masque.

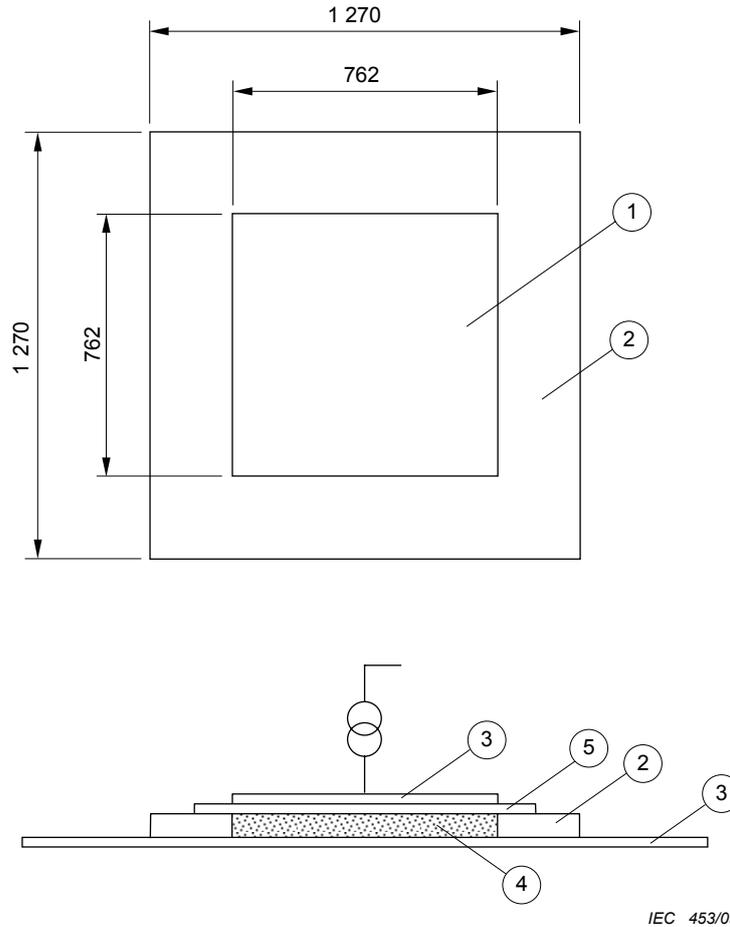
Une plaque métallique rectangulaire de 762 mm × 762 mm et d'une épaisseur d'environ 5 mm, ayant des coins et des bords arrondis et lisses, doit être placée par-dessus la nappe ou l'éprouvette. Cette plaque supérieure doit être alimentée à la tension d'essai (voir Figure 7).

NOTE 1 Cette méthode permet d'essayer une surface de 762 mm × 762 mm d'une nappe de 914 mm × 914 mm à 40 kV (efficace) de tension alternative, puisque le cadre empêche le contournement.

NOTE 2 D'autres tailles de masque peuvent être utilisées selon la taille de la nappe.

Les mêmes résultats peuvent être obtenus avec d'autres conceptions d'électrodes.

Dimensions en millimètres



Légende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Trou | 4 | Matériau conducteur |
| 2 | Masque en plexiglass (épaisseur 3 mm à 5 mm) | 5 | Nappe ou éprouvette (1 000 mm × 1 000 mm) |
| 3 | Plaque métallique | | |

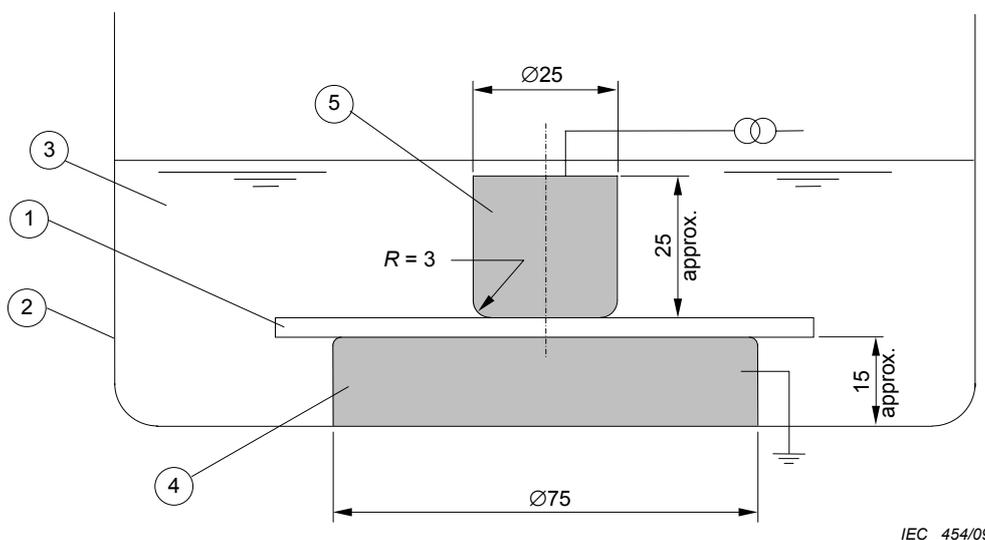
Figure 7 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de nappes isolantes électriques en utilisant le type alternatif d'électrodes

5.6.2.3 Pour l'essai de tenue

Les électrodes doivent consister en deux cylindres métalliques dont les bords coupants ont été arrondis au rayon de 3 mm. Une électrode doit avoir 25 mm de diamètre et environ 25 mm de longueur. L'autre électrode doit avoir 75 mm de diamètre et environ 15 mm de longueur. Ces électrodes doivent être disposées de façon coaxiale suivant la Figure 8.

5.6.3 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai utilisé doit pouvoir fournir une tension variable de façon progressive sans palier. Un appareillage de régulation motorisé convient et permet une augmentation progressive de la tension d'essai. L'appareillage d'essai doit être protégé par un dispositif de coupure automatique, conçu pour déclencher rapidement sur le courant causé par un défaut de la nappe ou de l'éprouvette.



IEC 454/09

Légende

1	Eprouvette	4	Base en métal
2	Cuve	5	Métal
3	Liquide isolant		

NOTE Dans le cas d'éprouvettes découpées de rouleaux de faible largeur, il sera requis de modifier en conséquence la taille des électrodes.

Figure 8 – Montage d'essai pour l'essai de tenue

5.6.4 Procédure d'essai électrique**5.6.4.1 Appareillage d'essai**

La tension d'essai doit être appliquée conformément à la CEI 60060-1 et l'appareillage de mesure doit satisfaire à la CEI 60060-2.

5.6.4.2 Procédure d'essai d'épreuve**5.6.4.2.1 Essai de type**

Les nappes isolantes électriques de forme plate doivent être soumises à l'essai telles que reçues, sans modification. Dans le cas de nappes isolantes électriques en rouleaux de largeur égale ou supérieure à 1 000 mm, la taille minimale de chaque éprouvette doit être de 1 000 mm × 1 000 mm. Pour les rouleaux d'une largeur inférieure à 1 000 mm, l'éprouvette doit avoir une longueur égale à la largeur du rouleau.

La nappe isolante électrique ou l'éprouvette doit supporter la tension d'épreuve spécifiée au Tableau 5 en utilisant les électrodes spécifiées en 5.6.2.2. La tension doit être initialement appliquée à une valeur basse et augmentée progressivement à un taux constant d'environ 1 000 V/s jusqu'à ce que la tension d'essai spécifiée soit atteinte. La période d'essai doit être considérée comme débutant à l'instant où la tension spécifiée d'essai est atteinte.

Tableau 5 – Tensions d’essai

Classe de nappes isolantes électriques	Tension kV efficace	
	Essai d’épreuve	Essai de tenue
00	2,5	5
0	5	10
1	10	20
2	20	30
3	30	40
4	40	50

L’essai doit être considéré comme réussi si la tension d’essai spécifiée est atteinte et maintenue pendant 3 min sans qu’il se produise de décharge disruptive ou autre défaut électrique.

NOTE A la fin de la période d’essai, afin d’empêcher toute surtension temporaire, il convient que la tension appliquée soit réduite approximativement à la moitié de sa valeur à un taux constant avant l’ouverture du circuit d’essai, à moins qu’un défaut électrique ne se soit déjà produit.

5.6.4.2.2 Essai alternatif en cas de nappes isolantes électriques issues de la production

Pour l’évaluation de la conformité, la nappe ne doit pas être soumise au conditionnement par absorption d’humidité. La durée de l’essai d’épreuve doit être 1 min.

Dans le cas d’une nappe en rouleau, un essai alternatif permettant de vérifier la longueur entière de chaque rouleau est à l’étude (par exemple, un montage d’essai constitué d’un rouleau supportant la nappe en rouleau soumise à l’essai, une table de chargement fonctionnant à une vitesse convenable et munie de rouleaux alimentés à une tension d’essai appropriée, une table de support muni de rouleaux d’appel).

5.6.4.3 Procédure d’essai de tenue

Trois éprouvettes de 150 mm × 150 mm doivent être découpées d’une nappe isolante électrique.

Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 150 mm, les éprouvettes doivent avoir une longueur égale à la largeur du rouleau.

Les éprouvettes sont placées entre les électrodes métalliques définies en 5.6.2.3 et l’ensemble est plongé dans un liquide isolant (par exemple de l’huile isolante). Les éprouvettes ne doivent pas toucher la paroi de la cuve.

Une seule montée en tension est appliquée à chaque éprouvette. La tension doit être appliquée à chaque éprouvette avec un taux constant de 1 000 V/s jusqu’à ce que la tension de tenue donnée au Tableau 5 soit atteinte.

NOTE A la fin de la période d’essai, afin d’empêcher toute surtension temporaire, il convient que la tension appliquée soit réduite approximativement à la moitié de sa valeur à un taux constant avant l’ouverture du circuit d’essai, à moins qu’un défaut électrique ne se soit déjà produit.

L’essai doit être considéré comme réussi si aucune perforation électrique ne survient.

5.7 Essais de vieillissement

Pour les élastomères, huit éprouvettes en forme d’haltère doivent être découpées selon la Figure 3.

Pour les plastiques, quatre éprouvettes en forme d’haltère doivent être découpées selon la Figure 3 et quatre autres éprouvettes comme montré à la Figure 5.

Ces éprouvettes doivent être placées dans une enceinte thermique pendant 168 h à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ avec une humidité relative inférieure à 20 % (voir la CEI 60212, atmosphère normale de chaleur sèche).

Cet appareil doit être une enceinte thermique dans laquelle une circulation lente d'air doit assurer le renouvellement de cet air de trois à dix fois par heure. L'air introduit doit être à la température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ avant d'être mis en contact avec les éprouvettes.

L'enceinte ne doit contenir aucune pièce en cuivre ou alliage de cuivre. Des dispositions doivent permettre de suspendre les éprouvettes en respectant une distance minimale de 10 mm entre chacune d'elles et de 50 mm entre les éprouvettes et les parois intérieures de l'enceinte.

A la fin de la période de chauffage, les éprouvettes doivent être retirées de l'enceinte et laissées à refroidir au moins pendant 16 h.

A la fin de cette période, les essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture doivent être réalisés sur les quatre éprouvettes d'élastomère et les quatre éprouvettes de plastique, conformément à 5.5.2.

Pour les élastomères seulement: les essais de rémanence d'allongement doivent être réalisés sur les quatre éprouvettes, conformément à 5.5.4.

Pour les plastiques seulement: l'essai de résistance à la déchirure doit être réalisé sur les éprouvettes conformément à 5.5.5.

L'essai doit être considéré comme réussi si les résultats obtenus sont conformes à ce qui suit:

- pour les nappes en élastomères et en plastique, les valeurs de résistance à la traction et d'allongement à la rupture ne sont pas inférieures à 80 % de celles obtenues sur des nappes non vieilles. L'essai d'allongement ne s'applique pas aux nappes isolantes électriques renforcées par des fibres synthétiques;
- pour les élastomères seulement: la rémanence d'allongement ne dépasse pas 15 %;
- pour les plastiques seulement: la résistance à la déchirure n'est pas inférieure à 30 N.

5.8 Essais thermiques

5.8.1 Essai de non-propagation de la flamme

Une éprouvette de 150 mm × 150 mm doit être découpée dans une nappe isolante électrique et placée horizontalement et centrée, 40 mm au-dessus d'un brûleur à gaz, et tenue par des pinces adéquates.

Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 150 mm, l'éprouvette doit avoir une longueur égale au double de la largeur du rouleau.

L'essai doit être effectué dans une enceinte sans courant d'air.

L'alimentation se fera au gaz méthane de qualité technique avec un régulateur de débit et un compteur, de façon à obtenir un débit uniforme de gaz.

NOTE Si on utilise le gaz naturel au lieu du méthane, il convient que son pouvoir calorifique soit d'environ 37 MJ/m^3 , valeur qui a donné, après vérification, des résultats similaires.

La buse du brûleur doit avoir un diamètre de $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ afin de produire une flamme bleue, haute de $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$.

Le brûleur est placé à l'écart de l'éprouvette, allumé et réglé en position verticale pour obtenir une flamme bleue de $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ de hauteur. La flamme est obtenue en réglant l'alimentation en gaz et l'apport d'air du brûleur jusqu'à ce qu'on ait une flamme bleue de $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ avec une pointe jaune, et l'alimentation en air est ensuite augmentée jusqu'à ce que la pointe jaune disparaisse. La hauteur de la flamme est mesurée de nouveau et corrigée si nécessaire.

Le brûleur doit ensuite être placé au centre sous l'éprouvette pendant 10 s puis retiré. Il convient de s'assurer qu'aucun courant d'air ne perturbe l'essai.

La propagation de la flamme sur l'éprouvette doit être observée pendant 55 s après le retrait de la flamme.

L'essai doit être considéré comme réussi si, pendant la période d'observation, la flamme n'atteint aucun point situé sur un cercle de 50 mm de diamètre du centre de l'éprouvette.

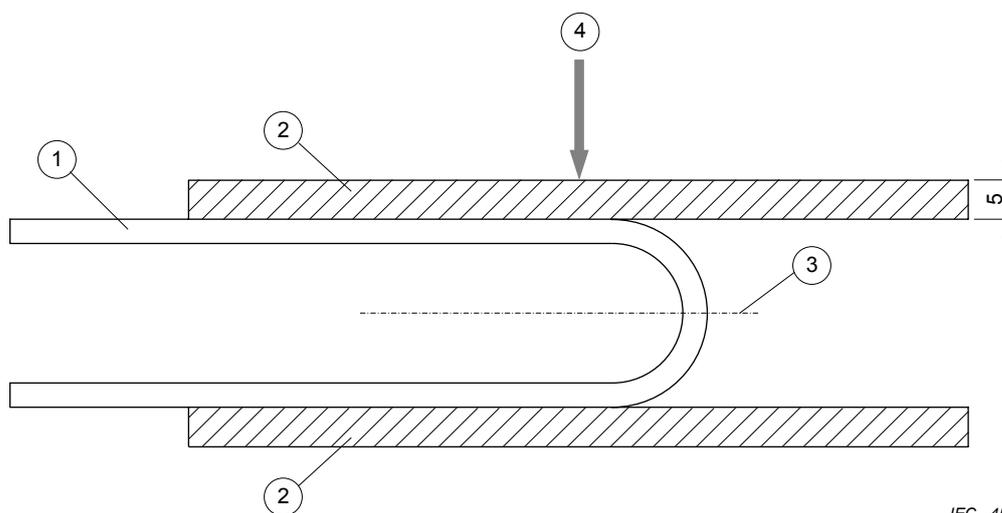
5.8.2 Essai de pliage à basse température (sauf pour les nappes de catégorie C)

Trois éprouvettes rectangulaires de $200\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ doivent être découpées dans une nappe isolante électrique. Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 200 mm, les éprouvettes doivent avoir une longueur du double de la largeur du rouleau.

Chaque éprouvette doit être placée pendant 4 h dans une enceinte à une température de $-25\text{ }^\circ\text{C} \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$. Deux plateaux de polyéthylène de $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ doivent être conditionnés à la même température et pendant le même temps.

Moins de 1 min après son retrait de l'enceinte, chaque éprouvette doit être pliée en son milieu, placée entre les deux plateaux de polyéthylène et soumise pendant 30 s à une force de 100 N comme indiqué à la Figure 9.

Dimensions en millimètres



Légende

- | | | | |
|---|-------------------------|---|----------------------|
| 1 | Eprouvette | 3 | Axe médian du pliage |
| 2 | Plateau de polyéthylène | 4 | Force de 100 N |

Figure 9 – Montage d'essai pour les essais de pliage à basse et à très basse température

L'essai doit être considéré comme réussi si aucune déchirure, cassure ou craquelure n'est visible. L'éprouvette doit également subir l'essai de tenue diélectrique (voir 5.6.4.3) mais sans conditionnement pour l'absorption d'humidité.

Les trois éprouvettes requises pour l'essai de tenue diélectrique doivent être découpées de l'éprouvette soumise au pliage, de façon telle que la surface pliée est localisée et se retrouve au centre de chaque éprouvette pour l'essai de tenue.

6 Essais sur les nappes isolantes électriques ayant des propriétés spéciales

6.1 Généralités

En plus de satisfaire aux exigences générales de l'Article 5, les nappes isolantes électriques ayant des propriétés spéciales (voir Tableau 1) doivent satisfaire aux essais appropriés suivant. Pour les nappes de Catégorie C, l'essai de pliage à très basse température remplace l'essai en 5.8.2.

6.2 Catégorie A: Résistance à l'acide

Quatre éprouvettes de 150 mm × 150 mm doivent être découpées d'une nappe isolante électrique ou d'un rouleau de largeur supérieure à 150 mm, de matériau de catégorie A. Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 150 mm, la longueur à prendre doit être suffisante pour permettre subséquemment la découpe des quatre éprouvettes requises.

Elles doivent être conditionnées par immersion dans une solution d'acide sulfurique à 32 °Baumé, à une température de 23 °C ± 2 °C pendant 8 h ± 0,5 h. Après le conditionnement à l'acide, les éprouvettes doivent être rincées à l'eau et séchées pendant 2 h ± 0,5 h à environ 70 °C.

Le temps écoulé depuis la fin du séchage jusqu'au début des essais doit être de 45 min ± 15 min. Des essais de tenue électrique (voir 5.6.4.3), mais sans conditionnement pour l'absorption d'humidité, doivent être réalisés sur trois éprouvettes, et sur une éprouvette pour les essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture (voir 5.5.2).

L'essai de résistance à l'acide doit être considéré comme réussi si les essais de tenue diélectrique sont réussis et si les valeurs obtenues lors des essais mécaniques ne sont pas inférieures à 75 % de celles obtenues dans les essais réalisés sur une éprouvette du même lot n'ayant pas subi de conditionnement à l'acide.

6.3 Catégorie H: Résistance à l'huile

Quatre éprouvettes de 150 mm × 150 mm doivent être découpées d'une nappe isolante électrique ou d'un rouleau de largeur supérieure à 150 mm, de matériau de catégorie H. Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 150 mm, la longueur à prendre doit être suffisante pour permettre subséquemment la découpe des quatre éprouvettes requises.

Les éprouvettes doivent être préconditionnées dans l'air pendant au moins 3 h ± 0,5 h à 23 °C ± 2 °C, et une humidité relative de 50 % ± 5 % et être ensuite conditionnées par immersion dans le liquide 102 (voir l'Annexe E), à une température de 70 °C ± 2 °C pendant 24 h ± 0,5 h.

Après le conditionnement, les éprouvettes doivent être séchées en utilisant un tissu absorbant, propre et non pelucheux.

Le temps écoulé depuis la sortie des éprouvettes de l'huile jusqu'au début des essais doit être de 45 min ± 15 min. Des essais de tenue électrique (voir 5.6.4.3), mais sans conditionnement pour l'absorption d'humidité, doivent être réalisés sur trois éprouvettes, et

sur une éprouvette pour les essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture (voir 5.5.2).

L'essai de résistance à l'huile doit être considéré comme réussi si les essais de tenue diélectrique sont réussis et si les valeurs obtenues lors des essais mécaniques ne sont pas inférieures à 75 % de celles obtenues dans les essais pratiqués sur une éprouvette du même lot n'ayant pas subi de conditionnement à l'huile.

6.4 Catégorie Z: Résistance à l'ozone

6.4.1 Généralités

Deux méthodes d'essai sont présentées pour déterminer la conformité des nappes isolantes électriques aux exigences de la catégorie Z. En cas de litige, la méthode A doit être utilisée.

6.4.2 Méthodes d'essai

6.4.2.1 Méthode A

Trois éprouvettes de 12 mm × 150 mm doivent être découpées d'une nappe isolante électrique ou d'un rouleau de matériel de catégorie Z. Elles doivent être conditionnées par allongement de 20 % dans une enceinte pendant 8 h ± 0,5 h à une température de 40 °C ± 2 °C et à une concentration d'ozone de 1 mg/m³ ± 0,01 mg/m³ (0,5 × 10⁻⁶ ± 0,05 × 10⁻⁶ en volume) à une pression atmosphérique normale de 1 013 mbar (101,3 kPa).

Les éprouvettes doivent ensuite être entreposées à une température ambiante de 23 °C ± 2°C et une humidité relative de 50 % ± 5 % pendant 48 h ± 0,5 h, et inspectée pour détérioration à l'ozone.

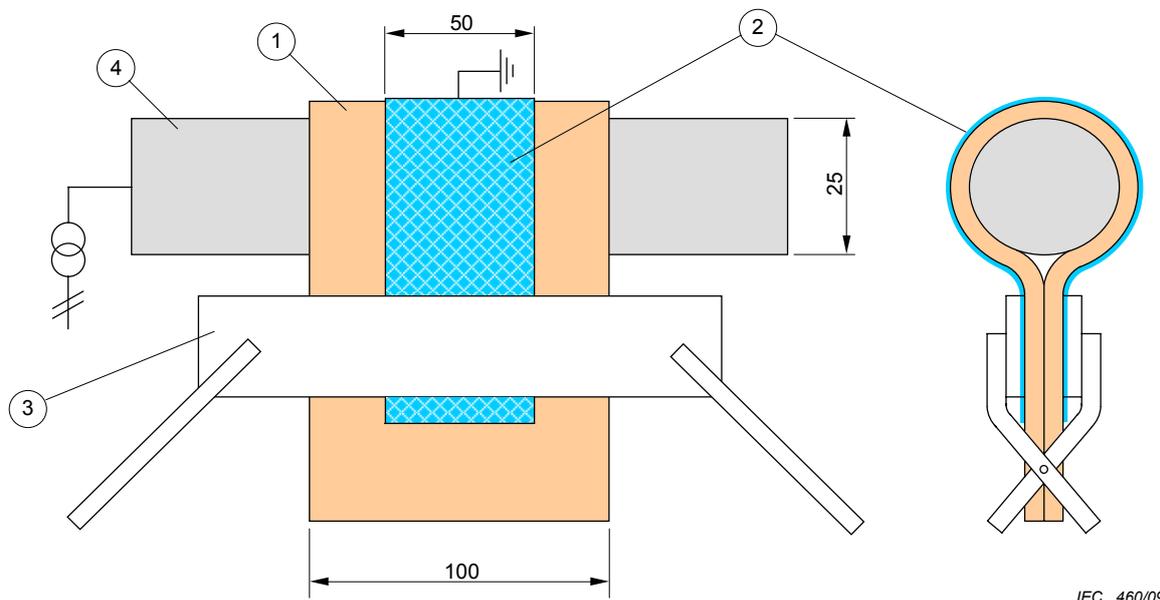
L'essai doit être considéré comme réussi si, à la fin de l'essai, les éprouvettes ne présentent aucune craquelure ou fente visible à l'œil nu.

6.4.2.2 Méthode B

L'essai de résistance à l'ozone doit être appliqué sur une éprouvette de 100 mm × 150 mm découpée d'une nappe isolante électrique ou d'un rouleau de matériau de catégorie Z correctement conditionné à plat pendant 24 h.

L'éprouvette doit être drapée sur un tube métallique de 25 mm de diamètre d'une longueur suffisante pour soutenir complètement l'éprouvette, et pour satisfaire les dimensions des supports de montage (voir Figure 10).

Dimensions en millimètres



IEC 460/09

Légende

- | | | | |
|---|---------------------|---|---------------------------|
| 1 | Eprouvette | 3 | Languette de polyéthylène |
| 2 | Feuille d'aluminium | 4 | Tube de métal |

Figure 10 – Résistance à l’ozone – Montage d’essai de la méthode B

Les extrémités libres des éprouvettes doivent être attachées sous le tube de manière à assurer un contact efficace entre le tube et l'éprouvette le long du demi-cylindre supérieur de la surface de l'électrode.

Un morceau de feuille d'aluminium d'environ 50 mm × 100 mm doit être placé sur l'éprouvette de manière à obtenir une distance d'isolation suffisante pour prévenir les amorçages entre la feuille et le tube.

La feuille d'aluminium doit être reliée à la terre. L'électrode interne (tube) doit être mise sous tension pendant 1 h à une tension d'essai de 15 kV en tension alternative (valeur efficace).

L'essai doit être considéré comme réussi si, à la fin de l'essai, les éprouvettes ne présentent aucune craquelure ou fente visible à l'œil nu.

6.5 Catégorie M: Résistance mécanique à la perforation

Les nappes isolantes électriques de la catégorie M doivent être essayées conformément aux essais mécaniques (voir 5.5.3). Cependant, les résultats doivent être conformes à ce qui suit:

- Résistance mécanique à la perforation: la résistance à la perforation doit être supérieure à 70 N.

Si la nappe isolante électrique n'est pas homogène dans sa fabrication, l'essai doit être effectué dans sa partie la plus faible.

6.6 Catégorie C: Essai de pliage à très basse température

Trois éprouvettes rectangulaires de 200 mm × 500 mm doivent être découpées dans une nappe isolante électrique. Dans le cas de rouleaux ayant une largeur inférieure à 200 mm, les éprouvettes doivent avoir une longueur du double de la largeur du rouleau.

Chaque éprouvette doit être placée pendant 24 h ± 0,5 h dans une enceinte à une température de $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Deux plateaux de polyéthylène de 200 mm × 200 mm × 5 mm doivent être conditionnés à la même température et pendant le même temps.

Moins de 1 min après son retrait de l'enceinte, chaque éprouvette doit être pliée en son milieu, placée entre les deux plateaux de polyéthylène et soumise pendant 30 s à une force de 100 N comme indiqué à la Figure 9.

L'essai doit être considéré comme réussi si aucune déchirure, cassure ou craquelure n'est visible. L'éprouvette doit également subir l'essai de tenue diélectrique (voir 5.6.4.3) mais sans conditionnement pour l'absorption d'humidité.

Les trois éprouvettes requises pour l'essai de tenue diélectrique doivent être découpées de l'éprouvette soumise au pliage, de façon telle que la surface pliée est localisée et se retrouve au centre de chaque éprouvette pour l'essai de tenue.

7 Evaluation de la conformité des nappes isolantes électriques issues de la production

De manière à gérer l'évaluation de la conformité pendant la phase de production, la CEI 61318 doit être utilisée en conjonction avec la présente norme.

L'Annexe F résultant d'une analyse du risque visant la performance de la nappe isolante électrique, fournit la classification des défauts et identifie les essais associés qui sont applicables en cas de suivi de la production.

8 Modifications

Toute modification de la nappe isolante électrique doit exiger de nouveaux essais de type, repris dans leur totalité ou en partie (si le degré de modification le justifie) aussi bien qu'un changement de la littérature de référence de la nappe.

Annexe A (informative)

Guide pour le choix de la classe de nappes isolantes électriques en fonction de la tension nominale d'un réseau

La tension maximale d'utilisation pour chaque classe de nappes isolantes électriques est celle qui est recommandée dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 – Tension maximale d'utilisation recommandée

Classe	A.C. V efficace	C.C. V
00	500	non disponible
0	1 000	1 500
1	7 500	11 250
2	17 000	25 500
3	26 500	39 750
4	36 000	54 000

La tension maximale d'utilisation est la valeur assignée de la tension alternative efficace de l'équipement de protection, indiquant la tension nominale maximale du réseau sur lequel on peut travailler en sécurité.

Pour les réseaux polyphasés, la tension nominale du réseau est la tension entre phases. Si, dans le champ opératoire, il n'existe aucune possibilité d'exposition à une tension entre phases et si la tension possible reste limitée à la tension entre phase et terre, il convient que cette tension entre phase et terre soit considérée comme la tension nominale.

Dans le cas d'un réseau en étoile à neutre mis à la terre, si les matériels et dispositifs électriques sont isolés ou séparés, ou à la fois isolés et séparés, et si les possibilités d'une exposition à une tension entre deux phases sont exclues, la tension nominale peut être considérée comme la tension entre phase et terre.

L'utilisateur peut décider d'employer une classe de nappes isolantes électriques différente de celle qui est recommandée dans le Tableau A.1.

Il convient de porter une attention particulière à l'utilisation des nappes isolantes électriques sur les réseaux à courant continu du fait du manque d'information à l'heure actuelle.

Annexe B (informative)

Précautions d'emploi et essais

B.1 Généralités

Les indications ci-dessous ne sont données qu'à titre de conseils pour l'entretien, l'inspection, les vérifications et l'utilisation des nappes isolantes électriques après achat.

Lorsque les nappes sont utilisées pour d'autres applications que les travaux sous tension, ou lorsque les recommandations de cette annexe ne peuvent être suivies, les nappes ne sont plus appropriées pour les travaux sous tension.

B.2 Stockage

Il convient que les nappes isolantes électriques soient stockées selon les instructions du fabricant et de façon à empêcher tout dommage (voir 4.8) comme, par exemple, dans des conteneurs ou des compartiments adéquats. Le fabricant fournira un emballage ou un conteneur approprié pour la livraison et le stockage initial des nappes isolantes électriques de manière à les protéger jusqu'à l'ouverture de l'emballage pour un premier usage. Il convient que l'utilisateur fournisse la protection nécessaire à toute nappe, toute portion non utilisée d'un rouleau ou toute pièce découpée et pouvant être utilisée à nouveau, suite à l'ouverture de l'emballage initial.

Il convient de prendre soin de ne pas comprimer les nappes, de ne pas les plier, de ne pas les stocker à proximité de canalisations de vapeurs, de radiateurs ou d'autres sources de chaleur artificielle, de ne pas les exposer à l'action directe du soleil, d'une lumière artificielle ou d'autres sources d'ozone. Il est souhaitable que la température de stockage soit comprise entre 10 °C et 21 °C.

B.3 Marquage sur les nappes de faibles dimensions taillées à partir de rouleaux

Pour les nappes en rouleau, et en conformité avec 4.6, le fabricant doit faire apparaître les éléments de marquage au moins à chaque mètre.

Il convient que les nappes obtenues de rouleaux de Classe 00 et de Classe 0 soient découpées de façon telle que les informations de marquage soient conservées.

Si l'utilisateur découpe une nappe à des dimensions qui cause la disparition de certains éléments de marquage, et si cette nouvelle nappe peut être utilisée à nouveau, il convient que l'utilisateur s'assure que les informations sont copiées sur la nappe d'une manière durable et qui n'affecte pas ses propriétés.

B.4 Examen avant utilisation

Avant chaque utilisation, il convient d'inspecter visuellement les deux faces de chaque nappe isolante électrique. Examiner de près le matériau pour déceler tout dommage qui pourrait affecter les propriétés diélectriques, tels que des craquelures, des déchirures ou des petits trous d'épingles.

Si l'on a un doute sur une nappe isolante électrique, elle n'a pas à être utilisée, et il convient de la retourner pour essai.

B.5 Température

Il convient d'utiliser les nappes isolantes électriques normalisées dans des zones ayant des températures ambiantes comprises entre -25 °C et $+55\text{ °C}$ et les nappes de catégorie C dans des températures ambiantes comprises entre -40 °C et $+55\text{ °C}$.

Il convient de prendre des précautions lorsque les nappes isolantes électriques sont utilisées sur des parties électriques à de hautes températures. Il est possible que la température normale d'utilisation de la nappe soit dépassée si celle-ci recouvre une pièce portant un courant et opérée à une haute température.

B.6 Précautions d'utilisation

Il convient que les nappes isolantes électriques ne soient pas exposées, sans nécessité, à la chaleur ou à la lumière et qu'elles n'entrent pas en contact avec des produits chimiques, des solvants ou un acide fort. Si une nappe isolante électrique vient en contact avec une graisse conductrice, il convient de la nettoyer aussi tôt que possible à l'aide d'un solvant approprié.

Si une nappe isolante électrique est souillée, il convient de la laver à l'eau et au savon, à une température ne dépassant pas celle qui est recommandée par le fabricant, puis de la sécher soigneusement selon les instructions du fabricant. Si des composants isolants tels que goudron ou peinture continuent à adhérer aux nappes, il convient que les parties affectées soient frottées immédiatement avec un solvant convenable, sans excès, et ensuite immédiatement lavées et traitées comme prescrit. Il ne convient pas d'utiliser l'essence, la paraffine et le white-spirit pour enlever de tels composants.

Il convient que les nappes isolantes électriques rendues humides en cours d'utilisation ou à cause du lavage soient soigneusement séchées mais d'une manière telle que ce séchage n'entraîne pas pour les nappes une température supérieure à 65 °C .

Si une nappe isolante électrique est utilisée pour couvrir les conducteurs sous tension, à des tensions supérieures à 1 kV, il convient qu'elle soit résistante à l'ozone (par exemple, une nappe de catégorie Z ou une nappe ayant une combinaison de propriétés spéciales comme la catégorie R).

Les nappes isolantes électriques ne sont pas conçues pour marcher dessus.

B.7 Inspection périodique et essais

Il convient qu'aucune nappe isolante électrique, même celles qui sont conservées en stock, ne soit utilisée sans avoir été inspectée et/ou soumise à un essai électrique dans les 12 mois qui précèdent.

L'inspection et l'essai de chaque nappe isolante électrique consistent en une inspection visuelle, puis en un essai d'épreuve diélectrique, à l'exception de la classe 00 et de la classe 0 pour lesquelles seule une inspection visuelle est prescrite.

Pour vérifier par des essais qu'une nappe est propre à un usage continu, il convient que l'utilisateur se guide sur les paragraphes pertinents du présent document.

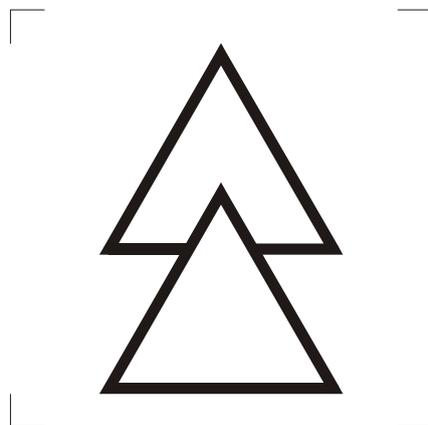
Dans le cas d'une nappe qui échoue le contrôle visuel ou l'essai diélectrique, il convient de procéder à la mise au rebut de façon à ne pas nuire à l'environnement. Lorsque le recyclage est disponible, il convient de le prendre en compte.

Il convient que l'utilisateur ou le laboratoire d'essai marque la nappe isolante électrique de la date de l'inspection et des essais en cours ou de la date à laquelle la prochaine inspection et les prochains essais sont requis.

Il convient qu'un tel marquage soit en bordure de la nappe et qu'il n'affecte pas ses propriétés diélectriques.

Annexe C
(normative)

Approprié aux travaux sous tension; double triangle
(IEC 60417-5216 (2002-10))



Annexe D (normative)

Procédure générale des essais de type

D.1 Généralités

Les numéros donnés dans les différents groupes d'essai du Tableau D.1 indiquent l'ordre dans lequel les essais doivent être réalisés. A l'intérieur d'un même groupe, les essais ayant le même numéro séquentiel peuvent être réalisés dans l'ordre le plus approprié.

Le Tableau D.1 indique la séquence de réalisation des essais généraux ainsi que celle des essais alternatifs de la catégorie C ou des essais supplémentaires des catégories A, H et Z. Pour les nappes de la catégorie R ou de toute autre combinaison de catégories, les exigences quant aux essais à réaliser et à la séquence de réalisation sont obtenues en combinant les dispositions qui s'appliquent. Les nappes isolantes électriques qui ont été soumises aux essais de type ne doivent pas être réutilisées.

Tableau D.1 – Liste et ordre chronologique de réalisation des essais de type

Type d'essai	Paragraphe		Groupes d'essai						
	Essai	Exigence	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5 - A	Groupe 6 - H	Groupe 7 - Z
Visuel et dimensionnel									
Classification	5.2.2	4.2	1						
Composition	5.2.3	4.3.1	1						
Dimensions – Longueur et largeur	5.2.4	4.3.3.1	1						
Dimensions – Epaisseur	5.2.5	4.3.3.2	1						
Façon et finition	5.2.4	4.3.4	1	1	1	1	1	1	1
Marquage	5.3	4.6	1						
Emballage	5.4	4.7	1						
Instructions d'emploi	5.4	4.8	1						
Mécanique		4.4							
Résistance à la traction et allongement à la rupture	5.5.2		2						
Résistance à la perforation	5.5.3		2 ^b						
Rémanence d'allongement	5.5.4		2 ^a						
Résistance à la déchirure	5.5.5		2 ^a						
Diélectrique		4.5							
Essai d'épreuve	5.6.4.2.1			2	2	2			
Essai de tenue	5.6.4.3			3	3	3			
Vieillessement	5.7	4.4		3					
Thermique		4.4							
Essai de non-propagation de la flamme	5.8.1		2						
Basse température	5.8.2					3 ^c			
Propriétés spéciales		4.4							
Cat. A: Acide	6.2						2		
Cat. H: Huile	6.3							2	
Cat. Z: Ozone	6.4								2
Cat. M: Mécanique	6.5		2 ^b						
Cat. C: Très basse température	6.6					3 ^c			
Taille de chaque groupe (l'unité est la nappe ou le rouleau)			1	1	1	1	1	1	1
^a Suivant le matériau dont la nappe isolante électrique est faite, soit la rémanence d'allongement, soit la résistance à la déchirure doit être exécutée. ^b Valeurs spécifiées différentes dans les cas de nappes isolantes électriques de catégorie M. ^c Valeurs spécifiées différentes dans les cas de nappes isolantes électriques de catégorie C.									

D.2 Exigences pour la taille de chaque groupe

D.2.1 Groupe 1

Le groupe 1 exige une nappe plate, ou une longueur suffisante d'une nappe en rouleau, de laquelle seront découpées les éprouvettes nécessaires aux essais mécaniques et à l'essai thermique, une fois le contrôle visuel et dimensionnel réalisé.

- Résistance à la traction et allongement à la rupture: quatre éprouvettes
- Résistance mécanique à la perforation: deux éprouvettes
- Rémanence d'allongement (matériel élastomère seulement): quatre éprouvettes
- Résistance à la déchirure (matériel plastique seulement): quatre éprouvettes
- Non-propagation de la flamme: une éprouvette

D.2.2 Groupe 2

Le groupe 2 exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle sera découpée l'éprouvette nécessaire à l'essai d'épreuve diélectrique, une fois le contrôle de façon et finition réalisé.

La même nappe ou éprouvette est ensuite utilisée pour découper les trois éprouvettes pour l'essai de tenue diélectrique et les huit éprouvettes pour l'essai de vieillissement. En cas de rouleaux de petite largeur, il est possible que les éprouvettes doivent être découpées du rouleau original.

D.2.3 Groupe 3

Le groupe 3 exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle sera découpée l'éprouvette nécessaire à l'essai d'épreuve diélectrique, une fois le contrôle de façon et finition réalisé.

La même nappe ou éprouvette est ensuite utilisée pour découper les trois éprouvettes pour l'essai de tenue diélectrique. En cas de rouleaux de petite largeur, il est possible que les éprouvettes doivent être découpées du rouleau original.

D.2.4 Groupe 4

Le groupe 4 exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle sera découpée l'éprouvette nécessaire à l'essai d'épreuve diélectrique, une fois le contrôle de façon et finition réalisé.

La même nappe ou éprouvette est ensuite utilisée pour découper les trois éprouvettes pour l'essai de tenue diélectrique ainsi que les trois éprouvettes pour l'essai de pliage à basse ou très basse température. En cas de rouleaux de petite largeur, il est possible que les éprouvettes doivent être découpées du rouleau original.

D.2.5 Groupe 5 – Essai supplémentaire pour la résistance à l'acide

Le groupe 5 (pour la catégorie A) exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle seront découpées les quatre éprouvettes, une fois le contrôle de façon et finition réalisé. Les quatre éprouvettes seront exposées à l'acide tel que décrit en 6.2.

D.2.6 Groupe 6 – Essai supplémentaire pour la résistance à l'huile

Le groupe 6 (pour la catégorie H) exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle seront découpées les quatre éprouvettes, une fois le contrôle de façon et finition réalisé. Les quatre éprouvettes seront exposées à l'huile tel que décrit en 6.3.

D.2.7 Groupe 7 – Essai supplémentaire pour la résistance à l’ozone

Le groupe 7 (pour la catégorie Z) exige une nappe plate ou une longueur suffisante de nappe en rouleau de laquelle seront découpées les trois éprouvettes, une fois le contrôle de façon et finition réalisé. Les trois éprouvettes seront exposées à l’ozone tel que décrit en 6.4.

Annexe E (normative)

Liquide pour essais de nappes isolantes électriques de catégorie H – Résistance à l'huile

E.1 Particularités du liquide 102

Le liquide 102 simule certaines huiles hydrauliques à haute pression.

Il s'agit d'un mélange comprenant 95 % (*m/m*) d'huile No. 1 et 5 % (*m/m*) d'un composé hydrocarbure/additif contenant de 29,5 % (*m/m*) à 33 % (*m/m*) de soufre, de 1,5 % à 2 % (*m/m*) de phosphore et 0,7 % (*m/m*) d'azote. Un additif approprié est disponible commercialement.

E.2 Caractéristiques de l'huile No. 1

L'huile No.1 doit avoir les caractéristiques définies dans le Tableau E.1. Généralement, l'huile est du type minéral, produisant une faible augmentation de volume.

Par souci d'uniformité, l'origine de cette huile doit être également spécifiée comme étant un mélange sévèrement contrôlé d'huiles minérales, qui consiste en un résidu paraffinique préalablement extrait au solvant, traité chimiquement et déparaffiné, et d'huile naturelle. L'huile No. 1 ne doit contenir aucun additif, à l'exception de trace (0,1 % environ) d'un produit abaissant le point d'écoulement qui peut être ajouté.

Tableau E.1 – Caractéristiques de l'huile No. 1

Propriété	Huile No. 1
Point d'aniline (°C) ^a	124 ± 1
Viscosité cinématique (m ² /s) ^b	(20 ± 1) × 10 ⁻⁶
Point d'éclair (°C minimum) ^c	243
^a Voir ISO 2977. ^b Mesurée à 98,89 °C (voir ISO 3104). ^c Mesuré selon la méthode Cleveland en vase ouvert (voir ISO 2592).	

Voir l'ISO 1817 pour information supplémentaire.

Annexe F (normative)

Classification des défauts et essais assignés

La présente annexe a été développée pour définir le niveau des défauts des nappes isolantes électriques issues de la production (défauts critique, majeur ou mineur) d'une façon cohérente (voir CEI 61318). Pour chaque exigence identifiée au Tableau F.1, le type de défaut et l'essai associé y sont tous les deux spécifiés.

Tableau F.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés

Exigences		Type de défaut			Essais
		Critique	Majeur	Mineur	
4.3.1	Diamètre des oeillets			X	5.2.3
4.3.3.1	Disponibilité des longueurs, des largeurs et des tolérances Tolérances hors des limites spécifiées			X X	5.2.4
4.3.3.2.1	Epaisseur maximale			X	5.2.5
4.3.4	Façon et finition (forme diverse)	X ^a	X ^a	X ^a	5.6.4.2.2
4.3.4	Façon et finition (en rouleaux)	X ^a	X ^a	X ^a	5.6.4.2.2
4.5	Diélectrique	X			5.6.4.2.2
4.6	Marquage		X		5.3
4.7	Emballage			X	5.4
4.8	Instructions d'emploi			X	5.4
4.4	Mécanique Résistance à la traction et allongement à la rupture Résistance à la perforation Rémanence d'allongement ou résistance à la déchirure		X X X		5.5.2 5.5.3 5.5.4 ou 5.5.5
4.4	Vieillessement			X	5.7
4.4	Thermique Non-propagation de la flamme Basse température			X X	5.8.1 5.8.2
4.4	Propriétés spéciales Résistance à l'acide Résistance à l'huile Résistance à l'ozone Perforation mécanique Très basse température			X X X X X	6.2 6.3 6.4 6.5 6.6
<p>^a La classification du défaut est en fonction du type d'irrégularités. L'essai d'épreuve diélectrique de 5.6.4.2.2 couvrira tous les cas.</p>					

Bibliographie

CEI 60050(601):1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60050(651):1999, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 651:Travaux sous tension*

CEI 60743:2001, *Travaux sous tension – Terminologie pour l'outillage, le matériel et les dispositifs*

Amendement 1 (2008)²⁾

ISO 472:1999, *Plastiques – Vocabulaire*

ISO 1817, *Caoutchouc vulcanisé – Détermination de l'action des liquides*

²⁾ Il existe une édition consolidée 2.1 (2008) qui comprend l'édition 2 de la CEI 60743 et son Amendement 1.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch