IEC 61111

Edition 2.0 2009-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating matting

Travaux sous tension – Tapis isolants électriques

IEC 61111:2009

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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 Varembé
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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

IEC 61111

Edition 2.0 2009-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating matting

Travaux sous tension – Tapis isolants électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX V

ICS 13.260; 29.260.99

ISBN 2-8318-1036-3

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
® de la Commission Electrotechnique Internationale
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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 9
4.3.3 Dimensions and tolerances 9
4.3.4 Workmanship and finish 10
4.4 Mechanical, climatic and environmental requirements 10
4.5 Dielectric requirements 11
4.6 Marking 11
4.7 Packaging 11
4.8 Instructions for use 11
5 Tests 12
5.1 General 12
5.2 Visual inspection and measurements 12
5.2.1 General 12
5.2.2 Classification 12
5.2.3 Composition 12
5.2.4 Dimensions, workmanship and finish 12
5.2.5 Thickness 13
5.3 Marking 13
5.3.1 Visual inspection and measurement 13
5.3.2 Durability of marking 13
5.4 Packaging and instructions for use 13
5.5 Mechanical tests 14
5.5.1 General 14
5.5.2 Mechanical puncture resistance 14
5.5.3 Test for slip resistance 14
5.6 Dielectric tests 15
5.6.1 General 15
5.6.2 Electrodes 16
5.6.3 Test equipment 19
5.6.4 Electrical test procedure 19
5.7 Ageing tests 20
5.8 Thermal tests 21
5.8.1 Flame retardance test 21
5.8.2 Low temperature folding test (except for matting of category C) 21
5.8.3 Extremely low temperature folding test for matting of category C only 22
5.9 Acid resistance 23
5.10 Oil resistance 23

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6 Conformity assessment of electrical insulating matting having completed the production phase 23
7 Modifications 23
Annex A (informative) Guidelines for the selection of the class of electrical insulating matting in relation to nominal voltage of a system 24
Annex B (informative) In-service care and testing 25
Annex C (normative) Suitable for live working; double triangle (IEC 60417–5216 (2002-10)) 27
Annex D (normative) General type test procedure 28
Annex E (normative) Oil for tests for oil resistance 30
Annex F (normative) Classification of defects and tests to be allocated 31
Bibliography 32

Figure 1 – Test plates and needle for resistance to mechanical puncture 15
Figure 2 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating matting with standard type of electrodes 16
Figure 3 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating matting with alternative type of electrodes 18
Figure 4 – Test set-up for voltage withstand test 19
Figure 5 – Test set-up for low and extremely low temperature folding tests 22

Table 1 – Common lengths and widths for electrical insulating matting 10
Table 2 – Maximum thickness for electrical insulating matting 10
Table 3 – Maximum electrode clearance for proof tests 17
Table 4 – Test voltages 20
Table A.1 – Designation maximum use voltage 24
Table D.1 – List and chronological order of type tests 28
Table E.1 – Characteristics of oil no. 1 30
Table F.1 – Classification of defects and associated requirements and tests 31

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – ELECTRICAL INSULATING MATTING

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 61111 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 with regard to the previous edition:

- general review of the requirements and test provisions;
- modification of the test procedure for slip resistance;
- specification of standard and alternative types of electrodes for the proof test;
- increase of the conditioning time for low temperature folding test to 4 hours;
- 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;

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- 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
78/784/FDIS	78/798/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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

LIVE WORKING – ELECTRICAL INSULATING MATTING

1 Scope

This International Standard is applicable to electrical insulating matting made of elastomer for use as a floor covering for the electrical protection of workers on electrical installations.

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

NOTE 2 This document 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*

ISO 5904:1981, *Gymnastic equipment – Landing mats and surfaces for floor exercises – Determination of resistance to slipping*

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 matting
flexible sheeting made of elastomer, used to cover the surface on which the worker is standing (the potential of this surface is usually that of earth)

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 5.2.3 of IEC 60743 and IEV 651-04-07, 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
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

3.6
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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4 Requirements

4.1 General

Electrical insulating matting 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 matting covered by this standard shall be designated as follows:

– by electrical class: as class 0, class 1, class 2, class 3 and class 4;

– by adding the suffix “C” to the class designation, in case of category C matting (resistance to extremely low temperature).

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

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

4.3 Physical requirements

4.3.1 Composition

The electrical insulating matting shall be manufactured of elastomer.

Both sides of the electrical insulating matting shall be slip resistant. The slip resistance may be achieved with surface such as corrugated or diamond design.

Any insert shall not affect adversely the dielectric characteristics of the electrical insulating matting.

4.3.2 Shape

There is no requirement for the shape of the electrical insulating matting.

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

4.3.3 Dimensions and tolerances

4.3.3.1 Length and width

Electrical insulating matting shall not have length and width less than 600 mm.

Manufacturers shall provide matting length and width. These dimensions for each matting shall be within a tolerance of ± 2 % of the stated dimensions.

Common lengths and widths for electrical insulating matting are indicated in Table 1.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 – Common lengths and widths for electrical insulating matting

Matting in various shapes		Matting in rolls
Length mm	**Width** mm	**Width** mm
1 000 1 000 1 000	600 1 000 2 000	610 760 915 1 220

4.3.3.2 Thickness

4.3.3.2.1 Maximum thickness

The maximum thickness of matting shall be as given in Table 2 in order to obtain appropriate flexibility.

Table 2 – Maximum thickness for electrical insulating matting

Class	mm
0	6,0
1	6,0
2	8,0
3	11,0
4	14,0

When corrugations or diamonds are present, measurements shall be made over the corrugations or diamonds. The corrugations shall not be more than 3 mm deep. The diamonds shall not be higher than 2 mm.

4.3.3.2.2 Minimum thickness

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

4.3.4 Workmanship and finish

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

All electrical insulating matting shall be resistant to acid, oil, and low temperature and Category C shall be resistant to extremely low temperature.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.5 Dielectric requirements

Electrical insulating matting shall be capable of withstanding the corresponding electrical stresses according to its electrical class.

4.6 Marking

Electrical insulating matting 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 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 61111);
- month and year of manufacture;
- category if applicable;
- class designation.

In the case of matting in rolls, these items of marking shall appear at least every metre.

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 matting.

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

Class 0 – red

Class 1 – white

Class 2 – yellow

Class 3 – green

Class 4 – orange

4.7 Packaging

Electrical insulating matting shall be packaged in containers or packages of sufficient strength to properly protect the electrical insulating matting 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 61111:2009);
- 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 matting covered by this standard.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 matting).

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 matting having completed the production phase.

The allocation of the electrical insulating matting 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 matting or test pieces shall be conditioned for a period of 2 h ± 0,5 h at a temperature of 23 °C ± 2 °C and relative humidity of 50 % ± 5% according to IEC 60212 standard atmosphere B.

Unless otherwise specified, the tolerances for any measured value shall be ± 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 matting in a flattened condition. The test shall be considered as passed if the requirement for the minimum dimensioning is fulfilled and the tolerances are in accordance with 4.3.3.1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The workmanship and finish shall be verified by visual inspection. In case of 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 matting due to imperfections on forms or moulds or other imperfections inherent to the manufacturing process and are acceptable provided that:

a) the thickness at any irregularity conforms to the thickness requirements. Surface design to improve slip resistance shall not be considered as irregularities;
b) the indentations, protuberances or mould marks tend to blend into a smooth slope upon stretching of the material.

5.2.5 Thickness

Thickness measurements shall be made at five or more points approximately uniformly distributed over the total area of the electrical insulating matting. 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 matting 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 matting material having a hardness equal to or greater than 35 IRHD, and (10 ± 2) kPa for matting 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 matting 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 (CH_3-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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 °C ± 2 °C and relative humidity of 50 % ± 5 % according to IEC 60212 – Standard atmosphere B. In the case of matting 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 Mechanical puncture resistance

This test shall be carried out on both sides of the matting.

Two circular test pieces 50 mm in diameter shall be cut from the electrical insulating matting and each shall be clamped between two flat 50 mm diameter test plates such that one test piece is perforated from one side and the other test piece is perforated from the other side. 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 1).

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 1). The needle shall be clean at time of use.

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 ± 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 70 N.

5.5.3 Test for slip resistance

The test shall be performed according to ISO 5904 with the following provisions:

– the test shall be carried out on a test piece of insulating electrical matting of 600 mm × 600 mm;
– the test shall be carried out along both directions on each side of the test piece;
– before testing, both surfaces of the test piece shall be cleaned with isopropanol and allowed to dry completely before continuing the test.

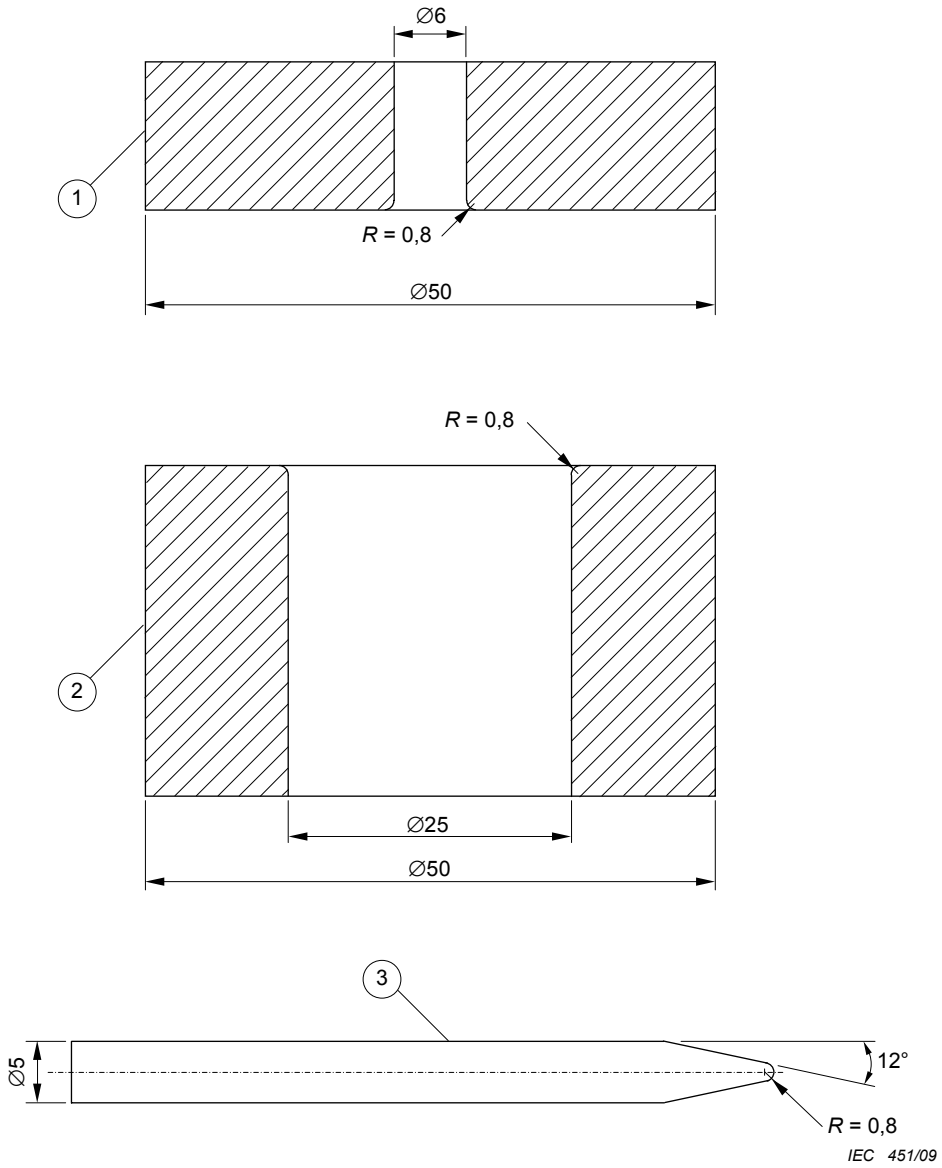
The cylindrical friction piece specified in ISO 5904 shall be replaced by a test cube specified as follows:

– bearing-surface area after rounding the edges: 100 mm × 100 mm ± 0,5 mm;
– material of the bearing-surface area: stainless steel for general use (such as martensitic), with a minimum chromium (Cr) content of 12% (to avoid oxidation);
– surface texture of the bearing-surface area: roughness average Ra = 0,8 µm;
– roundness of the edges at right angles to tensile direction: r = 2 mm;
– weight of the total test cube: 5 kg ± 5 g.

The test shall be considered as passed if the average tensile force F for each side and direction of the test piece is higher than 50 N.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions in millimetres except for angles



Key

1 Top plate

2 Bottom plate

3 Needle

Figure 1 – Test plates and needle for resistance to mechanical puncture

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 matting, 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 ± 15) Ω·m at room temperature

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

(as specified in 5.1) for a period of 16 h ± 0,5 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.

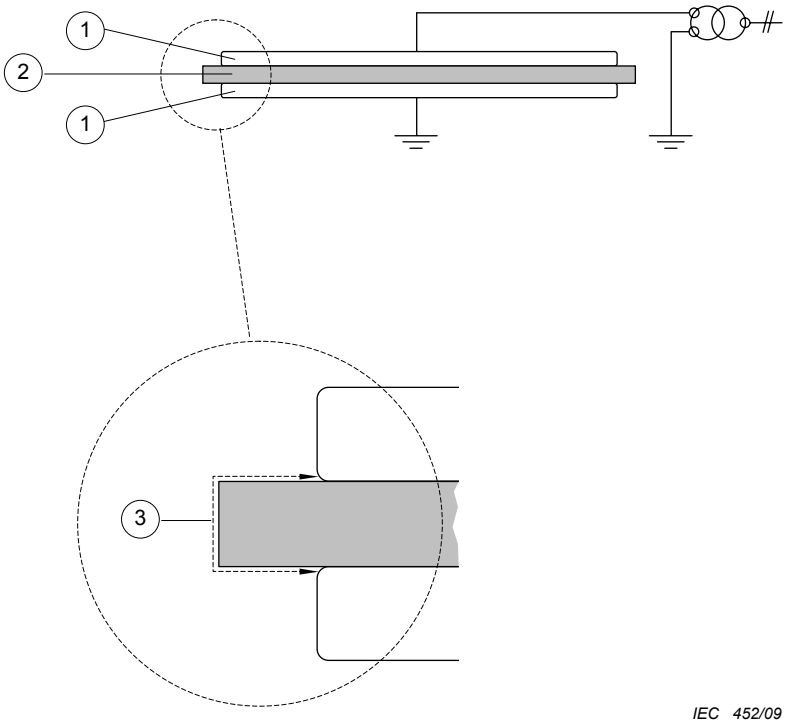
The different types of electrodes to be employed are described as follows.

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 matting.

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 matting or test piece, taking into account the maximum clearance given in Table 3 (see Figure 2).



Key

1 Conductive plate

2 Matting or test piece

3 Electrode clearance

Figure 2 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating matting with standard type of electrodes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 3 – Maximum electrode clearance for proof tests

Class of electrical insulating matting	Clearance for tests mm
0	80
1	80
2	150
3	200
4	300

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

The electrodes shall be of such dimensions that the clearances specified in Table 3 are not exceeded.

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

The matting 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 matting or test piece. This top plate shall then be energized with the test voltage (see Figure 3).

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

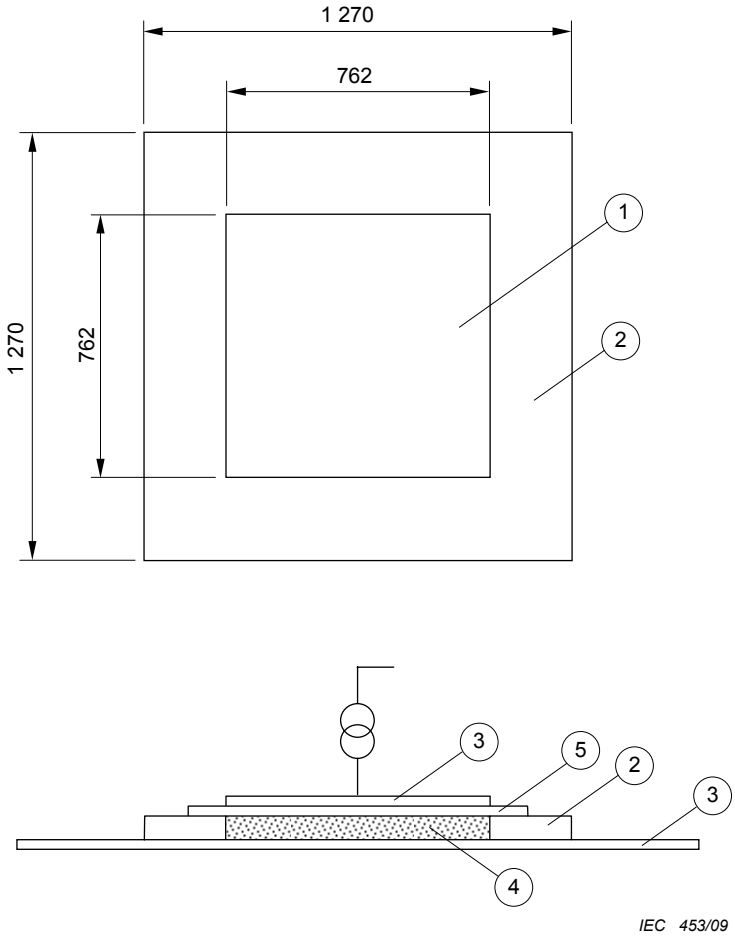
NOTE 2 Other mask dimensions may be used according to the dimensions of the matting.

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions in millimetres



Key

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

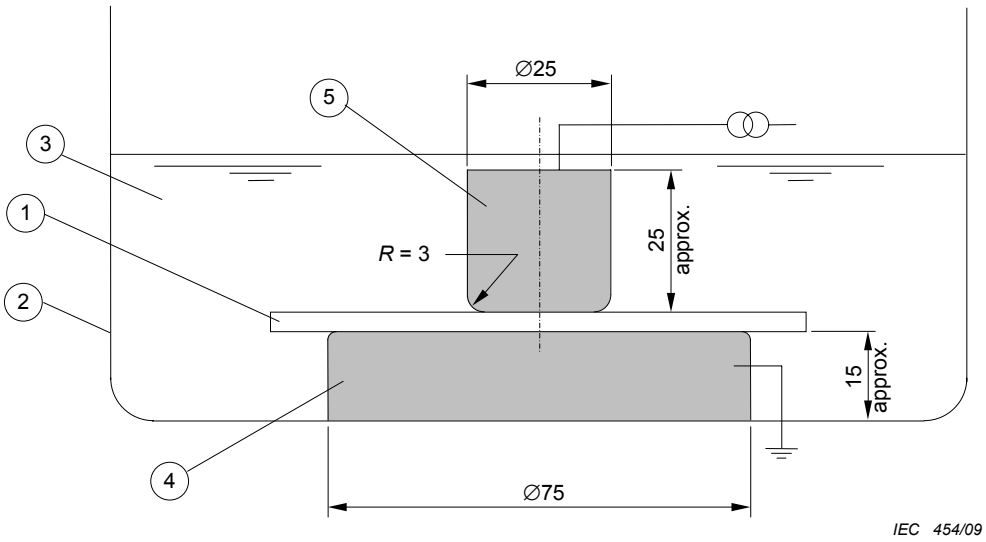
Figure 3 – Test set-up for voltage proof test of electrical insulating matting with alternative type of electrodes

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 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions in millimetres



Key

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

Figure 4 – Test set-up for voltage withstand test

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 matting or test piece.

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 matting in plane form shall be tested as received, without modification. In the case of electrical insulating matting 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 matting or test piece shall be given a voltage test as specified in Table 4 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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

specified test voltage level is reached. The test period shall be considered to start at the instant the specified voltage is reached.

Table 4 – Test voltages

Class of electrical insulating matting	Voltage kV r.m.s.	
	Proof test	Withstand test
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 matting having completed the production phase

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

In case of matting 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 the electrical insulating matting.

The test pieces are placed between metallic electrodes as specified in 5.6.2.3 and the whole arrangement is immersed 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 4 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

Two circular test pieces 50 mm in diameter shall be cut from the electrical insulating matting and placed in an air oven for 168 h at 70 °C ± 2 °C and a relative humidity 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 °C ± 2 °C before coming in contact with the test pieces.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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, the mechanical puncture resistance test shall be carried out on the test pieces in accordance with 5.5.2.

The test shall be considered as passed if the puncture resistance is not less than 80 % of the values obtained for un-aged test piece.

5.8 Thermal tests

5.8.1 Flame retardance test

A test piece 150 mm × 150 mm shall be cut from the electrical insulating matting and mounted horizontal and central, 40 mm above a gas burner and held by suitable clips.

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 mm ± 0,5 mm to produce a 20 mm ± 2 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 mm ± 2 mm high. The flame is obtained by adjusting the gas supply and the air influx of the burner until a 20 mm ± 2 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 matting of category C)

Three rectangular test pieces 200 mm × 500 mm shall be cut from electrical insulating matting.

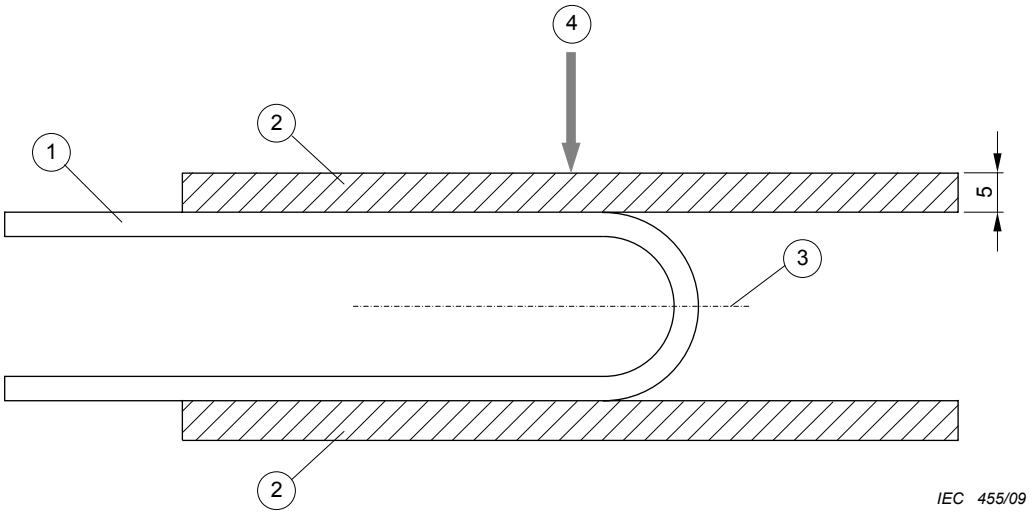
Each test piece shall be placed in a chamber for 4 h at a temperature of –25 °C ± 3 °C. Two polyethylene plates 200 mm × 200 mm × 5 mm thick shall be conditioned at the same temperature and for the same time.

Within 1 min after removal from the chamber, each test piece shall be folded at the mid-point and placed between the two polyethylene plates and subjected to a force of 100 N for 30 s as shown in Figure 5.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions in millimetres



Key

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

Figure 5 – 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.

5.8.3 Extremely low temperature folding test for matting of category C only

Three rectangular test pieces 200 mm × 500 mm shall be cut from electrical insulating matting.

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, the test pieces 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 5.

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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9 Acid resistance

Four test pieces of 150 mm × 150 mm shall be cut from the electrical insulating matting.

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

The time elapsed between the end of drying and start of testing shall be 45 min ± 15 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 the mechanical puncture test (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.

5.10 Oil resistance

Four test pieces of 150 mm × 150 mm shall be cut from electrical insulating matting.

The test pieces shall be preconditioned in air for not less than 3 h ± 0,5 h at 23 °C ± 2 °C, and 50 % ± 5 % relative humidity, then they shall be conditioned by immersing in liquid 102 (see Annex E) at a temperature of 70 °C ± 2 °C for 24 h ± 0,5 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 min ± 15 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 mechanical puncture test (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 Conformity assessment of electrical insulating matting 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 matting, provides the classification of defects and identifies the associated tests applicable in case of production follow-up.

7 Modifications

Any modification of the electrical insulating matting 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 matting reference literature.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(informative)

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

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

Table A.1 – Designation maximum use voltage

Class	A.C. V (r.m.s.)	D.C. V
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 matting than that recommended in Table A.1.

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 matting after purchase.

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

B.2 Storage

Electrical insulating matting should be stored in a manner to prevent damage (see 4.7) in accordance with the manufacturer's instructions, 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 matting 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 matting of small dimensions cut from rolls

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

If the dimensions of a matting 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 matting in some durable manner.

B.4 Examination before use

Before each use, both sides of each electrical insulating matting 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 matting is thought to be unsafe, it has not to be used and should be returned for testing.

B.5 Temperature

Standard electrical insulating matting should be used in areas having ambient temperatures between –25 °C and +55 °C and category C matting in ambient temperatures between –40 °C and +55 °C.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.6 Precautions in use

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

When an electrical insulating matting becomes soiled, it should be washed with soap and water at a temperature not exceeding that recommended by the matting manufacturer and thoroughly dried in accordance with manufacturer's instructions. If insulating compounds such as tar and paint continue to stick to the matting, 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 matting which becomes wet in use or by washing shall be dried thoroughly, but not in a manner that will cause the temperature of the matting to exceed 65 °C.

B.7 Periodic inspection and testing

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

The tests on electrical insulating matting consist of visual inspection, and then a proof dielectric test without moisture conditioning, except for 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 the matting.

In case the matting 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 matting with the date of current or next required inspection and test.

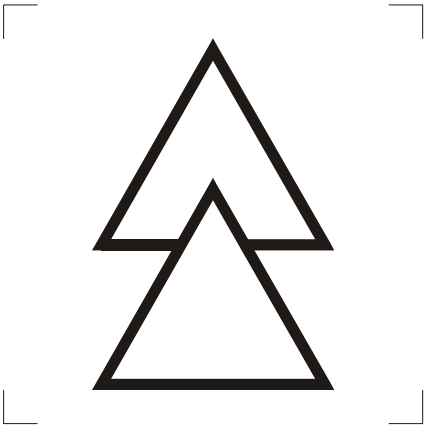
Such marking should be in a border area and should not affect the dielectric properties of the product.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex C
(normative)

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



Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

Electrical insulating matting which has 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
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
Marking	5.3	4.6	1				
Packaging	5.4	4.7	1				
Instructions for use	5.4	4.8	1				
Mechanical							
Puncture resistance	5.5.2	4.4	2				
Slip resistance	5.5.3	4.3.1	2				
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 [a]	
Extremely low temperature (Category C)	5.8.3					3 [a]	
Acid resistance	5.9	4.4					2
Oil resistance	5.10	4.4					2
Size of each group (the unit is the matting or roll)			1 or 2	1	1	1	1

[a] Values specified are different in the case of electrical insulating matting of category C.

D.2 Group size requirements

D.2.1 Group 1

Group 1 requires one or two plane matting or a sufficient length of matting in 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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– Mechanical puncture resistance: two test pieces
– Slip resistance: one test piece
– Flame retardancy: one test piece

D.2.2 Group 2

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

The same matting or test piece is then used to cut the three test pieces for the dielectric withstand test and the two test pieces for the ageing test.

D.2.3 Group 3

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

The same matting or test piece is then used to cut the three test pieces for the dielectric withstand test.

D.2.4 Group 4

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

The same matting 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.

D.2.5 Group 5

Group 5 requires one plane matting or a sufficient length of matting in roll from which the necessary test pieces will be cut, that are four test pieces for the acid resistance test and four test pieces for the oil resistance test.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex E
(normative)

Oil for tests for 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 % (*m/m*) 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]	$(20 \pm 1) \times 10^{-6}$
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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex F
(normative)

Classification of defects and tests to be allocated

This annex was developed to address the level of defects of manufactured electrical insulating matting (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	Slip resistance		X		5.5.3
4.3.3.1	Availability of length and width and tolerances Length and/or width less then 600 mm Tolerances not within the specified limits			X X X	5.2.4
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 puncture		X		5.5.2
4.4	Ageing			X	5.7
4.4	Thermal Flame retardance Low temperature Extremely low temperature			 X X X	 5.8.1 5.8.2 5.8.3
4.4	Acid resistance			X	5.9
4.4	Oil resistance			X	5.10

[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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliography

IEC 60050(601):1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – 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)[1)]

ISO 472:1999, *Plastics – Vocabulary*

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

_____

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 36
INTRODUCTION 38
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes et définitions 40
4 Exigences 41
4.1 Généralités 41
4.2 Classification 41
4.3 Exigences physiques 41
4.3.1 Composition 41
4.3.2 Forme 41
4.3.3 Dimensions et tolérances 41
4.3.4 Façon et finition 42
4.4 Exigences mécaniques, climatiques et environnementales 42
4.5 Exigences diélectriques 43
4.6 Marquage 43
4.7 Emballage 43
4.8 Instructions d'emploi 44
5 Essais 44
5.1 Généralités 44
5.2 Contrôles visuel et dimensionnel 44
5.2.1 Généralités 44
5.2.2 Classification 44
5.2.3 Composition 45
5.2.4 Dimensions, façon et finition 45
5.2.5 Epaisseur 45
5.3 Marquage 45
5.3.1 Contrôles visuel et dimensionnel 45
5.3.2 Durabilité du marquage 45
5.4 Emballage et instructions d'emploi 46
5.5 Essais mécaniques 46
5.5.1 Généralités 46
5.5.2 Résistance mécanique à la perforation 46
5.5.3 Essai de résistance au glissement 46
5.6 Essais diélectriques 48
5.6.1 Généralités 48
5.6.2 Electrodes 48
5.6.3 Appareillage d'essai 52
5.6.4 Procédure d'essai électrique 52
5.7 Essais de vieillissement 53
5.8 Essais thermiques 54
5.8.1 Essai de non-propagation de la flamme 54
5.8.2 Essai de pliage à basse température (sauf pour les tapis de catégorie C) 54
5.8.3 Essai de pliage à très basse température pour les tapis de catégorie C seulement 55

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.9 Résistance à l'acide 56
5.10 Résistance à l'huile 56
6 Evaluation de la conformité des tapis isolants électriques issus de la production 56
7 Modifications 57
Annexe A (informative) Guide pour le choix de la classe de tapis isolants électriques en fonction de la tension nominale d'un réseau 58
Annexe B (informative) Précautions d'emploi et essais 59
Annexe C (normative) Approprié aux travaux sous tension; double triangle (IEC 60417-5216 (2002-10)) 61
Annexe D (normative) Procédure générale des essais de type 62
Annexe E (normative) Liquide pour essais de résistance à l'huile 64
Annexe F (normative) Classification des défauts et essais assignés 65
Bibliographie 66

Figure 1 – Disques d'essai et aiguille pour l'essai de résistance mécanique à la perforation 47
Figure 2 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de tapis isolants électriques en utilisant le type normalisé d'électrodes 49
Figure 3 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de tapis isolants électriques en utilisant le type alternatif d'électrodes 51
Figure 4 – Montage d'essai pour l'essai de tenue 52
Figure 5 – Montage d'essai pour l'essai de pliage à basse et à très basse température 55

Tableau 1 – Longueurs et largeurs usuelles pour les tapis isolants électriques 42
Tableau 2 – Epaisseur maximale pour les tapis isolants électriques 42
Tableau 3 – Distance dans l'air entre électrodes maximale pour les essais d'épreuve 49
Tableau 4 – Tensions d'essai 53
Tableau A.1 – Tension maximale d'utilisation recommandée 58
Tableau D.1 – Liste et ordre chronologique de réalisation des essais de type 62
Tableau E.1 – Caractéristiques de l'huile No. 1 64
Tableau F.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés 65

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – TAPIS ISOLANTS 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 61111 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 modification de la procédure d'essai de résistance au glissement;
- pour l'essai d'épreuve, la spécification d'un type normalisé et d'un type alternatif d'électrodes;
- pour l'essai de pliage à basse température, l'augmentation du temps de conditionnement à 4 heures;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- 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
78/784/FDIS	78/798/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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

TRAVAUX SOUS TENSION – TAPIS ISOLANTS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente norme internationale est applicable aux tapis isolants électriques en élastomère utilisés pour couvrir le sol en vue de la protection électrique des travailleurs dans les installations électriques.

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

NOTE 2 Le présent document 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*

ISO 5904:1981, *Engins de gymnastique – Tapis de chute et surfaces pour exercices au sol – Détermination de la résistance au glissement*

ASTM D 3767:20003 (reapproved 2008), *Standard practice for rubber – Measurement of dimensions*

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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
tapis isolant électrique
feuillard flexible réalisé en élastomère, utilisé pour couvrir la surface sur laquelle le travailleur se tient debout (le potentiel de cette surface est habituellement celui de la terre)

NOTE Le feuillard 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 5.2.3 de la CEI 60743 et VEI 651-04-07, 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
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

3.6
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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4 Exigences

4.1 Généralités

Les tapis isolants électriques doivent être conçus et fabriqués de façon à contribuer à la sécurité des utilisateurs, pourvu qu'ils soient utilisés par des personnes qualifiées, conformément à des méthodes de travail en toute sécurité et aux instructions d'emploi.

4.2 Classification

Les tapis isolants électriques faisant l'objet de la présente norme doivent être désignés comme suit:

– par une classe électrique, classe 0, classe 1, classe 2, classe 3 et classe 4;
– par l'adjonction du suffixe « C » à la classe, dans le cas de tapis de catégorie C (résistance à la très basse température).

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 tapis isolants électriques peuvent être utilisés est donné à l'Annexe B.

4.3 Exigences physiques

4.3.1 Composition

Les tapis isolants électriques doivent être fabriqués d'élastomère.

Les deux surfaces d'un tapis isolant électrique doivent résister au glissement. La résistance au glissement peut être obtenue grâce à une surface striée ou en pointe de diamant.

Toute pièce rapportée ne doit pas affecter gravement les caractéristiques diélectriques du tapis isolant électrique.

4.3.2 Forme

Il n'y a pas d'exigence reliée à la forme des tapis isolants électriques.

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

4.3.3 Dimensions et tolérances

4.3.3.1 Longueur et largeur

Les tapis isolants électriques ne doivent pas avoir de longueur et de largeur inférieures à 600 mm.

Les fabricants doivent fournir la longueur et la largeur des tapis. Pour chaque tapis, ces dimensions doivent respecter une tolérance de ± 2 % des dimensions déclarées.

Les longueurs et largeurs usuelles pour les tapis isolants électriques sont indiquées au Tableau 1.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – Longueurs et largeurs usuelles pour les tapis isolants électriques

Tapis de formes diverses		Tapis en rouleaux
Longueur mm	**Largeur** mm	**Largeur** mm
1 000 1 000 1 000	600 1 000 2 000	610 760 915 1 220

4.3.3.2 Epaisseur

4.3.3.2.1 Epaisseur maximale

L'épaisseur maximale du tapis doit être celle donnée au Tableau 2, de manière à obtenir la flexibilité appropriée.

Tableau 2 – Epaisseur maximale pour les tapis isolants électriques

Classe	mm
0	6,0
1	6,0
2	8,0
3	11,0
4	14,0

Le cas échéant, les mesures doivent être faites au-dessus des stries ou des pointes de diamant. Les stries ne doivent pas dépasser 3 mm de profondeur. Les pointes de diamant ne doivent pas être plus hautes que 2 mm.

4.3.3.2.2 Epaisseur minimale

L'épaisseur minimale doit être déterminée uniquement par la possibilité de satisfaire aux essais définis à l'Article 5.

4.3.4 Façon et finition

Les tapis isolants 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 du tapis 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 tapis isolants électriques doivent supporter les contraintes mécaniques, climatiques et environnementales apparaissant en utilisation normale.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tous les tapis isolants électriques doivent résister à l'acide, à l'huile et à la basse température, et les tapis isolants électriques de catégorie C doivent résister à la très basse température.

4.5 Exigences diélectriques

Les tapis isolants électriques doivent pouvoir supporter les contraintes électriques qui correspondent à leur classe électrique.

4.6 Marquage

Les tapis isolants 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 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 61111);
- le mois et l'année de fabrication;
- la catégorie, le cas échéant;
- la classe.

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

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 du tapis isolant électrique.

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

Classe 0 – rouge

Classe 1 – blanc

Classe 2 – jaune

Classe 3 – vert

Classe 4 – orange

4.7 Emballage

Les tapis isolants électriques doivent être emballés dans des paquets ou conteneurs, de solidité suffisante pour protéger convenablement les tapis isolants électriques des détériorations lors de la livraison et lorsqu'ils sont soumis 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 61111:2009);

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- le nom, la marque de commerce ou l'identification du fabricant.

4.8 Instructions d'emploi

Le fabricant doit fournir des instructions d'emploi écrites, dans chaque emballage de tapis isolants électriques couverts 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 tapis 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 tapis isolants électriques issus de la production.

L'Annexe D présente la répartition des tapis isolants 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 tapis isolants électriques ou les éprouvettes d'essai doivent être conditionnées pendant 2 h ± 0,5 h à une température de 23 °C ± 2 °C et une humidité relative de 50 % ± 5% selon la CEI 60212, atmosphère normale B.

Sauf spécification contraire, la tolérance applicable sur toute valeur mesurée doit être ± 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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 le tapis isolant électrique est déposé à plat. L'essai doit être considéré comme réussi si l'exigence de taille minimale est satisfaite et si les tolérances se conforment au 4.3.3.1.

La façon et la finition doivent être contrôlées visuellement. Pour un tapis 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 du tapis dues aux imperfections des formes et des moules ou à d'autres imperfections inhérentes aux procédés de fabrication, et sont acceptables pourvu que:

a) l'épaisseur à toute irrégularité soit conforme aux exigences d'épaisseur. Le dessin de surface prévu pour l'anti-dérapage ne doit pas être considéré comme une irrégularité;
b) les saillies, protubérances ou marques de moulage tendent à se fondre en une surface lisse lorsqu'on étire le matériau.

5.2.5 Epaisseur

Les mesures d'épaisseur doivent être effectuées sur cinq points ou plus uniformément répartis sur la surface totale du tapis isolant électrique. Pour un tapis 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 au tapis isolant électrique un support suffisant pour qu'il 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 tapis ayant un degré de dureté égal ou supérieur à 35 DIDC et de (10 ± 2) kPa dans le cas du matériau de tapis 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 contrôlées visuellement. Pour un tapis 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 le tapis isolant 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 (CH_3-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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 contrôlés visuellement.

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 °C ± 2 °C et à une humidité relative de 50 % ± 5 % selon la CEI 60212 – Atmosphère normale B. Pour les tapis 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 mécanique à la perforation

L'essai doit être réalisé sur les deux surfaces du tapis.

Deux éprouvettes circulaires de 50 mm de diamètre doivent être découpées dans le tapis isolant électrique, et chacune doit être fixée entre deux disques plats de 50 mm de diamètre de façon telle qu'une éprouvette est perforée d'un côté et l'autre éprouvette est perforée de l'autre côté. 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 1).

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 1). L'aiguille doit être propre au moment de l'emploi.

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 ± 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 70 N.

5.5.3 Essai de résistance au glissement

L'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 5904 avec les dispositions suivantes:

– l'essai doit être réalisé sur une éprouvette de tapis isolant électrique de 600 mm × 600 mm;
– l'essai doit être réalisé selon les deux directions et sur chaque face de l'éprouvette;
– avant essai, les deux surfaces de l'éprouvette doivent être nettoyées avec de l'isopropanol, et on doit les laisser sécher complètement avant de poursuivre.

La pièce de friction cylindrique telle que spécifiée dans l'ISO 5904 doit être remplacée par le cube d'essai spécifié de la façon suivante:

– surface d'appui aux bords arrondis: 100 mm × 100 mm ± 0,5 mm;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– matériau de la surface d'appui: acier inoxydable à usage général (tel le martensitique), avec un contenu en chrome (Cr) au moins égal à 12 % (pour éviter l'oxydation);

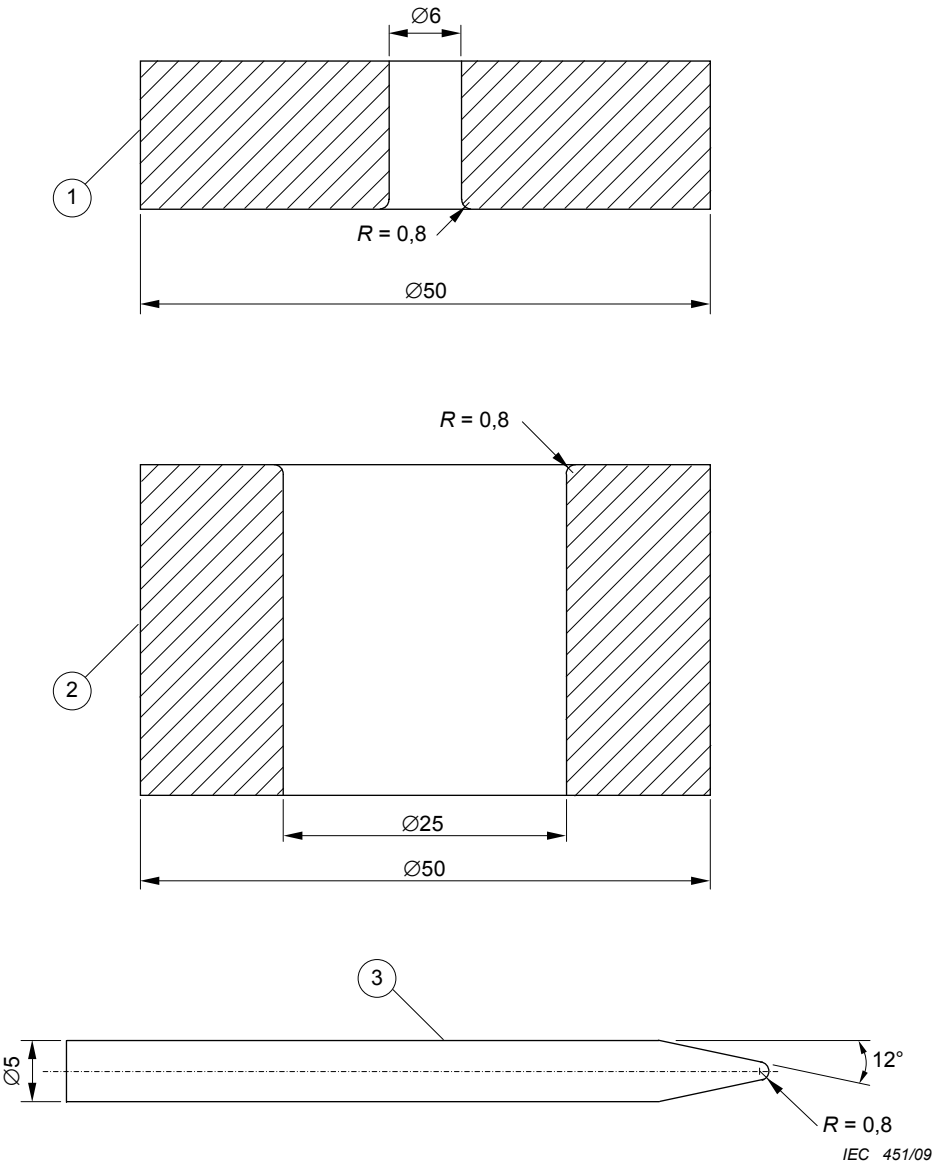
– texture de la surface d'appui: rugosité moyenne *Ra* = 0,8 µm;

– arrondi des bords à angle droit de la direction de traction: *r* = 2 mm;

– poids total du cube d'essai: 5 kg ± 5 g.

L'essai doit être considéré réussi si, sur chaque face et pour chaque direction de l'éprouvette, la force moyenne de traction *F* est supérieure à 50 N.

Dimensions en millimètres sauf pour les angles



Légende

1 Disque supérieur

2 Disque inférieur

3 Aiguille

Figure 1 – Disques d'essai et aiguille pour l'essai de résistance mécanique à la perforation

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 tapis, incluant les éprouvettes découpées des rouleaux, doivent être conditionnés pour l'absorption d'humidité par immersion totale dans un bain d'eau du robinet ayant une résistivité de (100 ± 15) Ω·m à la température ambiante (tel que spécifié en 5.1) pendant 16 h ± 0,5 h. Suite au conditionnement, ils doivent être essuyés à sec et immédiatement soumis 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 dans le matériau.

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

5.6.2.2 Pour l'essai d'épreuve

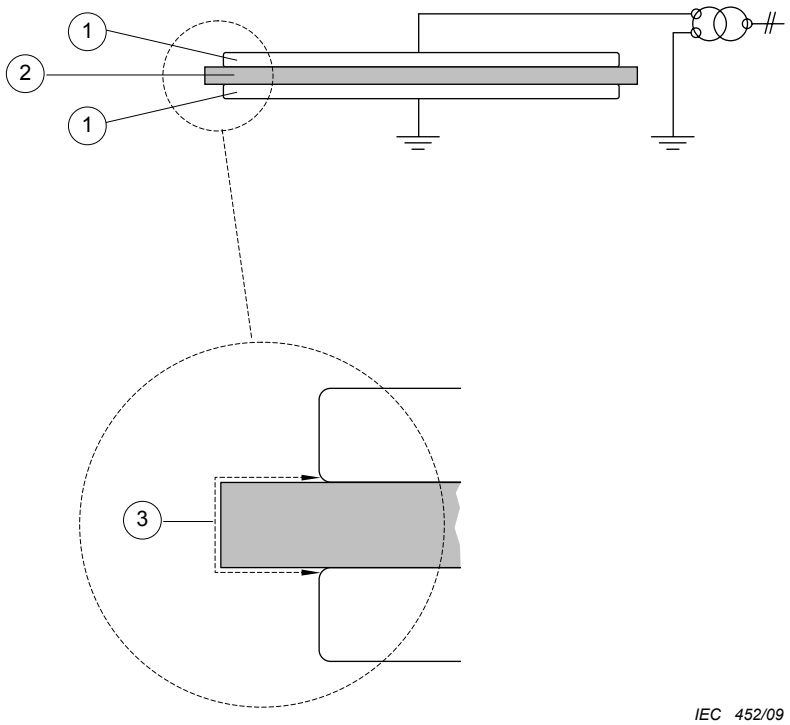
5.6.2.2.1 Type normalisé d'électrodes

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

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 du tapis isolant électrique ou de l'éprouvette, tout en tenant compte de la distance dans l'air maximale donnée au Tableau 3 (voir Figure 2).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



Légende

1 Plaque conductrice

2 Tapis ou éprouvette

3 Distance dans l'air entre les électrodes

Figure 2 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de tapis isolants électriques en utilisant le type normalisé d'électrodes

Tableau 3 – Distance dans l'air entre électrodes maximale pour les essais d'épreuve

Classe de tapis isolants électriques	Distance dans l'air pour essais mm
0	80
1	80
2	150
3	200
4	300

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

Les dimensions des électrodes doivent être telles que les distances dans l'air spécifiées au Tableau 3 ne sont pas dépassées.

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 le tapis ou l'éprouvette en essai.

Le tapis ou l'éprouvette doit être placé 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 le tapis ou l'éprouvette. Cette plaque supérieure doit être alimentée à la tension d'essai (voir Figure 3).

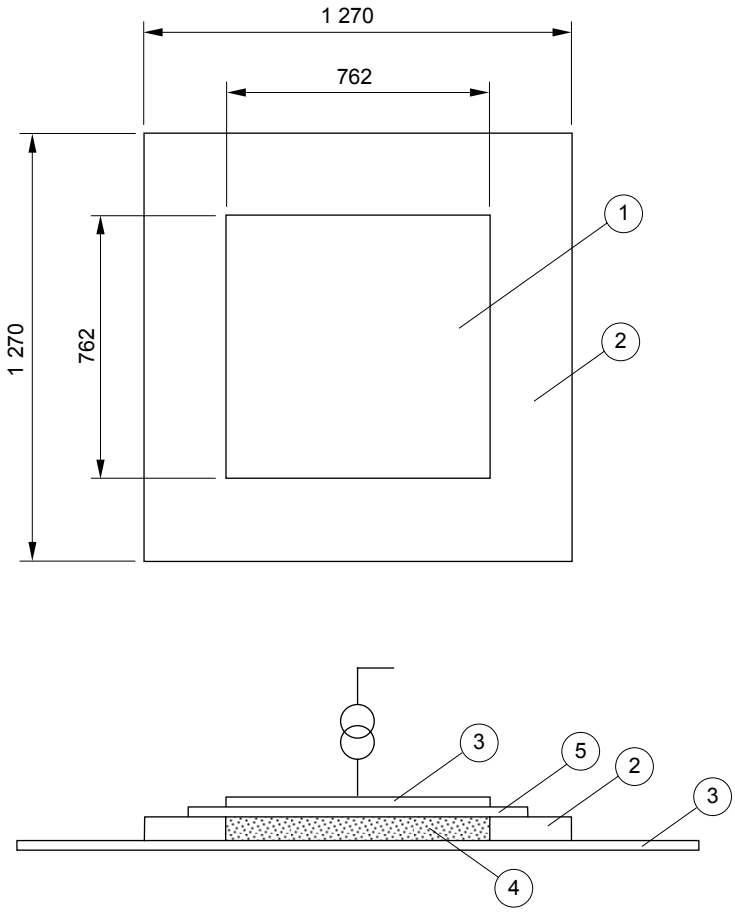
NOTE 1 Cette méthode permet d'essayer une surface de 762 mm × 762 mm d'un tapis de 914 mm × 914 mm à 40 kV (efficace) de tension alternative, puisque le cadre empêche le contournement.

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

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions en millimètres



Légende

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

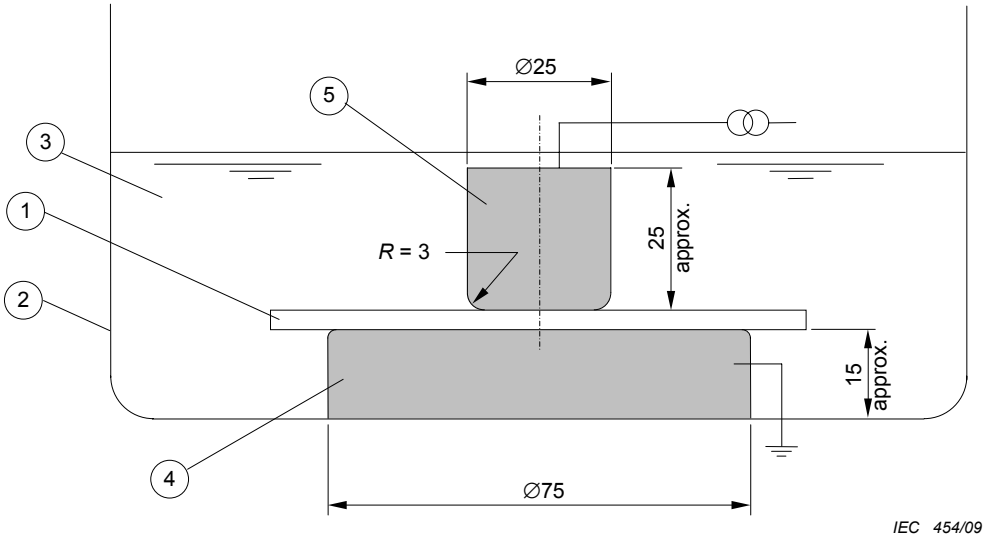
Figure 3 – Montage d'essai pour l'essai d'épreuve de tapis isolants électriques en utilisant le type alternatif d'électrodes

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 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dimensions en millimètres



Légende

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

Figure 4 – Montage d'essai pour l'essai de tenue

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 du tapis ou de l'éprouvette.

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 tapis isolants électriques de forme plate doivent être soumis à l'essai tel que reçus, sans modification. Dans le cas de tapis isolants 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 tension d'essai d'épreuve spécifiée au Tableau 4 doit être appliquée au tapis isolant électrique ou à l'éprouvette 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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 4 – Tensions d'essai

Classe de tapis isolants électriques	Tension kV efficace	
	Essai d'épreuve	Essai de tenue
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 tapis isolants électriques issus de la production

Pour l'évaluation de la conformité, le tapis ne doit pas être soumis au conditionnement par absorption d'humidité. La durée de l'essai d'épreuve doit être 1 min.

Dans le cas de tapis en rouleaux, 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 le tapis en rouleau soumis 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 du tapis isolant électrique.

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 4 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

Deux éprouvettes circulaires d'un diamètre de 50 mm doivent être découpées dans un tapis isolant électrique et placées dans une enceinte thermique pendant 168 h à une température de 70 °C ± 2 °C avec une humidité relative inférieure à 20 % (voir la CEI 60212 pour l'atmosphère normale de chaleur sèche).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Cet appareil doit être une enceinte thermique dans laquelle une circulation lente d'air assure son renouvellement de trois à dix fois par heure. L'air introduit doit être à la température de 70 ± 2 °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, l'essai de résistance mécanique à la perforation doit être réalisé sur les éprouvettes, conformément à 5.5.2.

L'essai doit être considéré comme réussi si la résistance à la perforation n'est pas inférieure à 80% des valeurs obtenues pour des éprouvettes non vieillies.

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 un tapis isolant électrique et placée horizontalement et centrée, 40 mm au-dessus d'un brûleur à gaz, et tenue par des pinces adéquates.

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 mm ± 0,5 mm afin de produire une flamme bleue, haute de 20 mm ± 2 mm.

Le brûleur est placé à l'écart de l'éprouvette, allumé et réglé en position verticale pour obtenir une flamme bleue de 20 mm ± 2 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 mm ± 2 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 tapis de catégorie C)

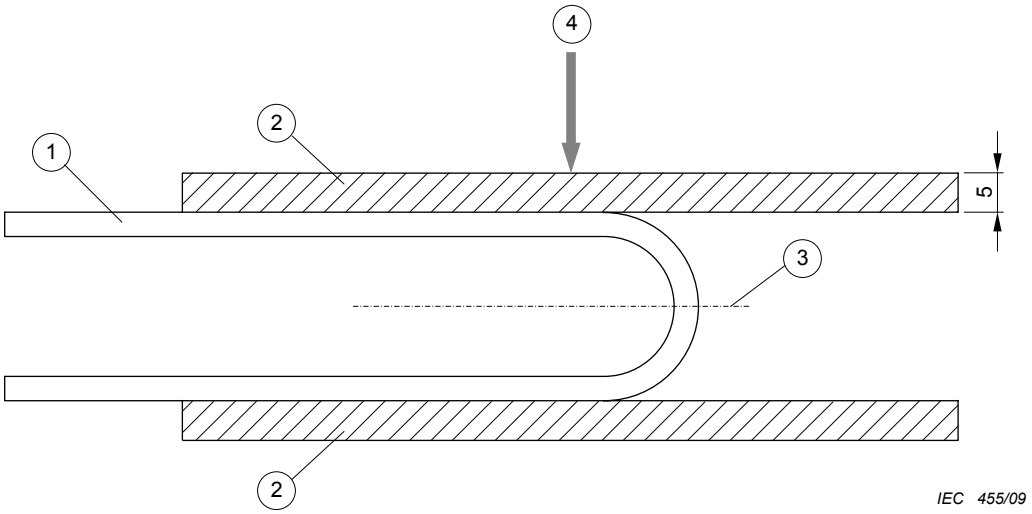
Trois éprouvettes rectangulaires de 200 mm × 500 mm doivent être découpées dans un tapis isolant électrique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Chaque éprouvette doit être placée pendant 4 h dans une enceinte à une température de –25 °C ± 3 °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 5.

Dimensions en millimètres



Légende

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

Figure 5 – Montage d'essai pour l'essai 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.

5.8.3 Essai de pliage à très basse température pour les tapis de catégorie C seulement

Trois éprouvettes rectangulaires de 200 mm × 500 mm doivent être découpées dans un tapis isolant électrique.

Chaque éprouvette doit être placée pendant 24 h ± 0,5 h dans une enceinte à une température de –40 °C ± 3 °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 5.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

L'essai doit être considéré comme réussi si aucune déchirure, cassure ou craquelure n'est visible. L'éprouvette doit également réussir 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.

5.9 Résistance à l'acide

Quatre éprouvettes de 150 mm × 150 mm doivent être découpées du tapis isolant électrique.

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 mécanique à la perforation (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.

5.10 Résistance à l'huile

Quatre éprouvettes de 150 mm × 150 mm doivent être découpées d'un tapis isolant électrique.

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 mécanique à la perforation (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 réalisés sur une éprouvette du même lot n'ayant pas subi de conditionnement à l'huile.

6 Evaluation de la conformité des tapis isolants électriques issus 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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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

7 Modifications

Toute modification du tapis isolant 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 du tapis.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe A
(informative)

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

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

Tableau A.1 – Tension maximale d'utilisation recommandée

Classe	**C.A.** V (efficace)	**C.C.** V
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 sous tension 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 tapis isolants électriques différente de celle qui est recommandée dans le Tableau A.1.

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 tapis isolants électriques après achat.

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

B.2 Stockage

Il convient que les tapis isolants électriques soient stockés selon les instructions du fabricant et de façon à empêcher tout dommage (voir 4.7) 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 tapis isolants 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 tout tapis, 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 tapis isolants électriques, 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 tapis de faibles dimensions taillés à partir de rouleaux

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

Si l'utilisateur découpe un tapis à des dimensions qui cause la disparition de certains éléments de marquage, et si ce nouveau tapis peut être utilisé à nouveau, il convient que l'utilisateur s'assure que les informations sont copiées sur le tapis d'une manière durable.

B.4 Examen avant utilisation

Avant chaque utilisation, il convient d'inspecter visuellement les deux faces de chaque tapis isolant 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 un tapis isolant électrique, il n'a pas à être utilisé, et il convient de le retourner pour essai.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

B.5 Température

Il convient d'utiliser les tapis isolants électriques normalisés dans des zones ayant des températures ambiantes comprises entre –25 °C et +55 °C et les tapis de catégorie C dans des températures ambiantes comprises entre –40 °C et +55 °C.

B.6 Précautions d'utilisation

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

Si un tapis isolant électrique est souillé, il convient de le laver à l'eau et au savon, à une température ne dépassant pas celle qui est recommandée par le fabricant, puis de le sécher soigneusement selon les instructions du fabricant. Si des composants isolants tels que goudron ou peinture continuent à adhérer aux tapis, 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 tapis isolants électriques rendus humides en cours d'utilisation ou à cause du lavage soient soigneusement séchés mais d'une manière telle que ce séchage n'entraîne pas pour les tapis une température supérieure à 65 °C.

B.7 Inspection périodique et essais

Il convient qu'aucun tapis isolant électrique, même ceux qui sont conservés en stock, ne soit utilisé sans avoir été inspecté et/ou soumis à un essai électrique dans les 12 mois qui précèdent.

Les essais d'un tapis isolant électrique consistent en une inspection visuelle, puis en un essai d'épreuve diélectrique, à l'exception de la classe 0 pour laquelle seule une inspection visuelle est prescrite.

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

Dans le cas d'un tapis 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.

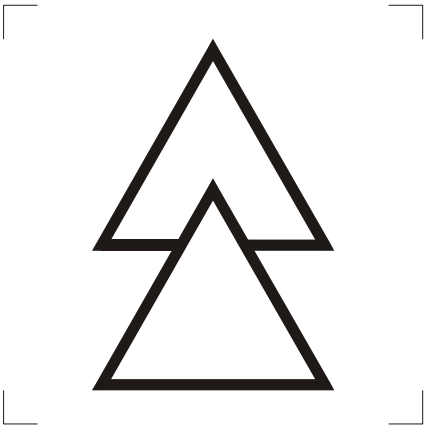
Il convient que l'utilisateur ou le laboratoire d'essai marque le tapis isolant électrique de la date de l'inspection et des essais en cours ou de la date à laquelle la prochaine inspection et les prochains essais sont requis.

Il convient qu'un tel marquage soit en bordure du tapis et qu'il n'affecte pas ses propriétés diélectriques.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C
(normative)

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



Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 de type 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 de l'essai alternatif de la catégorie C.

Les tapis isolants électriques qui ont été soumis aux essais de type ne doivent pas être réutilisés.

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
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
Marquage	5.3	4.6	1				
Emballage	5.4	4.7	1				
Instructions d'emploi	5.4	4.8	1				
Mécanique							
Résistance à la perforation	5.5.2	4.4	2				
Résistance au glissement	5.5.3	4.3.1	2				
Diélectrique		4.5					
Essai d'épreuve	5.6.4.2.1			2	2	2	
Essai de tenue	5.6.4.3			3	3	3	
Vieillissement	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 [a]	
Très basse température (Catégorie C)	5.8.3					3 [a]	
Résistance à l'acide	5.9	4.4					2
Résistance à l'huile	5.10	4.4					2
Taille de chaque groupe (l'unité est le tapis ou le rouleau)			1 ou 2	1	1	1	1

[a] Les valeurs spécifiées sont différentes dans les cas de tapis isolants électriques de catégorie C.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

D.2 Exigences pour la taille de chaque groupe

D.2.1 Groupe 1

Le groupe 1 exige un ou deux tapis plat(s) ou une longueur suffisante de tapis 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 mécanique à la perforation: deux éprouvettes
– Résistance au glissement: une éprouvette
– Non-propagation de la flamme: une éprouvette

D.2.2 Groupe 2

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

Le même tapis ou la même éprouvette est ensuite utilisé pour découper les trois éprouvettes pour l'essai de tenue diélectrique et les deux éprouvettes pour l'essai de vieillissement.

D.2.3 Groupe 3

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

Le même tapis ou la même éprouvette est ensuite utilisé pour découper les trois éprouvettes pour l'essai de tenue diélectrique.

D.2.4 Groupe 4

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

Le même tapis ou la même éprouvette est ensuite utilisé 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.

D.2.5 Groupe 5

Le groupe 5 exige un tapis plat ou une longueur suffisante de tapis en rouleau duquel seront découpées les éprouvettes nécessaires, c'est-à-dire quatre éprouvettes pour l'essai de résistance à l'acide et quatre éprouvettes pour l'essai de résistance à l'huile.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe E
(normative)

Liquide pour essais de 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]	$(20 \pm 1) \times 10^{-6}$
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.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe F
(normative)

Classification des défauts et essais assignés

La présente annexe a été développée pour définir le niveau des défauts des tapis isolants électriques issus 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	Résistance au glissement		X		5.5.3
4.3.3.1	Disponibilité des dimensions et des tolérances Longueur ou largeur inférieure à 600 mm Tolérances hors des limites spécifiées			X 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	Perforation mécanique		X		5.5.2
4.4	Vieillissement			X	5.7
4.4	Thermique Non-propagation de la flamme Basse température Très basse température			 X X X	 5.8.1 5.8.2 5.8.3
4.4	Résistance à l'acide			X	5.9
4.4	Résistance à l'huile			X	5.10

[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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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)[1)]

ISO 472:1999, *Plastiques – Vocabulaire*

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

_____

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

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale