

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Live working – Insulating foam-filled tubes and solid rods –
Part 1: Tubes and rods of a circular cross-section**

**Travaux sous tension – Tubes isolants remplis de mousse et tiges isolantes –
Partie 1: Tubes et tiges de section circulaire**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Live working – Insulating foam-filled tubes and solid rods –
Part 1: Tubes and rods of a circular cross-section**

**Travaux sous tension – Tubes isolants remplis de mousse et tiges isolantes –
Partie 1: Tubes et tiges de section circulaire**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 13.260; 29.240.20; 29.260

ISBN 978-2-88910-314-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Requirements.....	8
4.1 Materials and design	8
4.2 Electrical requirements.....	8
4.3 Mechanical requirements.....	8
4.4 Tolerance requirements on outer diameters.....	8
4.5 Marking.....	9
4.6 Packaging	9
5 Testing provisions	9
5.1 General.....	9
5.2 Type test conditions	9
5.2.1 General	9
5.2.2 Groups and test pieces.....	10
5.3 Visual and dimensional checks.....	10
5.3.1 General	10
5.3.2 Visual check.....	10
5.3.3 Dimensional check.....	10
5.4 Electrical tests.....	11
5.4.1 Dielectric test under dry condition.....	11
5.4.2 Dielectric test after exposure to water.....	12
5.4.3 Wet test.....	19
5.5 Mechanical tests	21
5.5.1 Bending test.....	21
5.5.2 Torsion test	23
5.5.3 Crushing test on tube	25
5.5.4 Electrical test after mechanical ageing.....	26
5.5.5 Dye penetration test	27
5.5.6 Durability of marking.....	27
6 Conformity assessment of tubes and rods having completed the production phase.....	27
7 Modifications	27
Annex A (informative) Usual outer diameters	28
Annex B (normative) Plan of carrying out of the type tests	29
Annex C (normative) Classification of defects and associated requirements and tests	30
Bibliography.....	31
Figure 1 – Dielectric test under dry condition – Typical test arrangement.....	11
Figure 2 – Dielectric test after exposure to water – Typical test arrangement.....	13
Figure 3 – Dielectric test after exposure to water – Assembly diagram of the test piece to the guard electrodes	14
Figure 4 – Dielectric test after exposure to water – Constructional drawings for guard electrodes and parts	16

Figure 5 – Examples of constructional drawings for guard electrode parts according to some test piece diameters	17
Figure 6 – Wet test	21
Figure 7 – Bending test.....	22
Figure 8 – Torsion test – Examples for fixing tube or rod	24
Figure 9 – Crushing test.....	26
Table 1 – Tolerances on outer diameter d	8
Table 2 – Maximum values for the current I	19
Table 3 – Values of F_d , f and F_r for bending test	23
Table 4 – Values of C_d , a_d and C_r for torsion test	25
Table 5 – Values of F_d and F_r for crushing test	25
Table A.1 – Usual diameters	28
Table B.1 – Chronological order of the type tests	29
Table C.1 – Classification of defects and associated requirements and tests	30

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60855-1:2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
INSULATING FOAM-FILLED TUBES AND SOLID RODS –****Part 1: Tubes and rods of a circular cross-section**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60855-1 has been prepared by technical committee 78: Live working.

This first edition of IEC 60855-1 cancels and replaces the first edition of IEC 60855 published in 1985, and constitutes a technical revision.

It includes the following significant technical changes from the previous IEC 60855:

- the clarification of the limitation of the standard to foam-filled tubes and solid rods of circular cross section;
- the review of the maximum tolerances on the outer diameter;
- the addition of a requirement for the individual packaging of the product;
- the addition of a requirement for the marking of the outer diameter on the product;

- the review of the requirements and test provisions (except for some mechanical test provisions) to permit any diameters of foam-filled tubes and solid rods:
 - the table of electrical tests specifying the limit of current is replaced by a formula;
- the introduction of a subclause for the electrical requirements (4.2) and the clarification of test results (temperature rise, 5.4.1 and 5.4.3.3);
- the dielectric test before exposure to humidity is replaced by a dielectric test under dry condition with different test set-up and different sanction;
- the application of the dye penetration test to the insulating solid rods;
- the introduction of a test for the durability of marking;
- the implementation of the outputs of IEC 61318, focusing on the classification of defects and practicability of test provisions.

Technical committee 78 is considering the preparation of IEC 60855-2, which would cover tubes and rods of cross-section other than circular.

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

FDIS	Report on voting
78/817/FDIS	78/828/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.

A list of all parts of the IEC 60855 series, published under the general title *Live working – Insulating foam-filled tubes and solid rods*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

This International Standard is intended to define essential characteristics necessary for the safe use of the tubes and rods, to determine appropriate requirements and to provide testing provisions.

This standard has been prepared in accordance with the requirements of IEC 61477.

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.

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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60855-1:2009

LIVE WORKING – INSULATING FOAM-FILLED TUBES AND SOLID RODS –

Part 1: Tubes and rods of a circular cross-section

1 Scope

This part of IEC 60855 is applicable to insulating foam-filled tubes and solid rods, of a circular cross-section, made of synthetic materials and intended to be used for the manufacture and construction of tools and equipment for carrying out live work on electrical systems operating at voltages above 1 kV.

Tubes and rods of cross-section other than circular are not covered by this part of IEC 60855.

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*¹⁾

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

IEC 61318:2007, *Live working – Conformity assessment applicable to tools, devices and equipment*

3 Terms and definitions

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

3.1 insulating tube

long-shaped hollow piece, normally of circular cross section, which is constructed or formed from synthetic insulating and rigid material and is normally reinforced, the interior of which can be foam-filled

[Definition 2.4.6 of IEC 60743]

¹⁾ A third edition of IEC 60060-1 is in preparation.

3.2

insulating rod

long-shaped piece, normally of circular cross section, which is constructed or formed from synthetic insulating and rigid material and which may be reinforced

[Definition 2.4.5 of IEC 60743]

NOTE To simplify this standard, the word “tube” will be used for the “insulating foam filled tube of a circular cross-section” and the word “rod” for the “solid rod of a circular cross-section”.

3.3

foam

insulating material composed of closed cells, generally made of polyurethane, used to prevent the ingress and migration of moisture

[Definition 2.4.2 of IEC 60743, modified]

4 Requirements

4.1 Materials and design

Tubes and rods shall be made of synthetic materials which may have reinforcing.

NOTE Yellow, orange and red are the preferred colours to indicate that the material has insulating properties.

The final coating, if any, shall be transparent.

The foam filling shall be bonded to the wall of the tube, and neither the foam nor the bond shall deteriorate during the tests, other than those tests which lead to destruction of the parts. The foam filling shall be free of voids, separations, cracks or other defects.

4.2 Electrical requirements

The material and the design of tubes and rods shall have insulating properties.

The external surface of the tubes and rods shall exhibit hydrophobic properties.

NOTE A test is under consideration and will be included during the next maintenance cycle of the publication.

4.3 Mechanical requirements

The material and the design of tubes and rods shall have mechanical resistant properties.

4.4 Tolerance requirements on outer diameters

The maximum tolerances permitted on the declared outer diameter (d) of tubes and rods covered by this standard, shall be as specified in Table 1.

Table 1 – Tolerances on outer diameter d

Outer diameter mm	$d < 30$	$30 \leq d < 40$	$40 \leq d < 50$	$50 \leq d < 60$	$60 \leq d < 70$	$70 \leq d < 80$	$80 \leq d$
Tolerance mm	$\pm 0,5$	$\pm 0,55$	$\pm 0,6$	$\pm 0,65$	$\pm 0,7$	$\pm 0,75$	$\pm 0,8$

For information and for reasons of compatibility with existing equipment, Table A.1 gives the diameters commonly used for live working.

4.5 Marking

Embossed marking is prohibited. The marking of each tube or rod shall include the following information as a minimum:

- name or trademark of the manufacturer;
- outer diameter;
- date of manufacture (month and year) and identification number when available;
- number of the relevant IEC standard (IEC 60855-1).

Other characteristics or information not needed at the work location, like the year of publication of the standard, shall be associated to the product item by other means, such as coded information (bar codes, microchips, etc.), or shall be associated to its packaging.

The marking shall be clearly legible to a person with normal or corrected vision, without additional magnification. The marking shall be durable and shall not affect the electrical performance of tubes or rods.

4.6 Packaging

Each tube and rod shall be delivered individually packed.

NOTE The packaging should reduce abrasive or direct contact with other tubes or rods or any surface that would damage the polished surface.

5 Testing provisions

5.1 General

This standard provides testing provisions to demonstrate that the tubes and rods comply with the requirements of Clause 4. These testing provisions are primarily intended to be used for type testing for validation of the design input. Where relevant, alternative means (calculation, examination, tests, etc.), are specified within the test subclauses for the purpose of tubes and rods having completed the production phase (see Annex C).

5.2 Type test conditions

5.2.1 General

To comply with this standard, the design of the product shall fulfil all the type tests listed in Table B.1.

The type tests shall be carried out following the order given in the Table B.1.

Each test shall be carried out on each separate test piece in the relevant group.

Any test piece failing to pass any one of the tests mentioned in Table B.1 shall result in the design being rejected.

For all type tests, environmental conditions in the test room shall comply with the normal atmospheric conditions provided in Table I of IEC 60212, at a temperature of between 15 °C and 35 °C, with a relative humidity between 25 % and 75 % (taking into account Note 5 of Table I of IEC 60212).

NOTE This standard covers tubes and rods for use at temperatures between –25 °C and +55 °C and at a relative humidity between 20 % and 93 %. For tools intended to be used in unusual atmospheric conditions (higher or lower temperatures, higher relative humidity), the tests should be more restricting and be carried out in appropriate conditions.

Unless otherwise specified, for all type tests, the tolerance on the dimensions shall be $\pm 0,5 \%$.

When a visual check is specified, it shall be understood to be a visual check by a person with normal or corrected vision without additional magnification.

5.2.2 Groups and test pieces

The manufacturer shall supply lengths of tubes and rods to provide the following groups of test pieces.

- Group 1: three test pieces of 0,3 m.
- Group 2: three test pieces of 1,2 m, cut at least to 0,1 m from the end of the initial length of rod or tube provided by the manufacturer.
- Group 3: three test pieces of 2,5 m in case of tube and 2 m in case of rod.
- Group 4: three test pieces of 1,2 m.
- Group 5: (for tubes only): three test pieces of length equal to 3 times the outer diameter $\pm 5 \%$.
- Group 6: three test pieces of 2,5 m.
- Group 7: three test pieces of (100 ± 5) mm, cut at least to 100 mm from the end of the initial length of rod or tube provided by the manufacturer.
- Group 8: one test piece of 2 m, kept as a specimen.

The equipment used to cut the test pieces shall not leave any trace of overheating on the cross-section. The cut shall be clean, showing no signs of tearing of the fibres.

5.3 Visual and dimensional checks

5.3.1 General

These checks shall be carried out to ensure that the general requirements are fulfilled and that the dimensions comply with the specifications.

5.3.2 Visual check

Initial lengths and test pieces shall be checked visually to verify the elements of marking, the packaging and to detect constructional defects.

There are two levels of inspection to detect constructional defects:

- a) A first visual check shall be carried out on each of the initial lengths of tube and rod provided by the manufacturer before the test pieces are cut from them. This is to detect any surface defects such as obviously faulty bonding between the fibre and the resin, air bubbles underneath the varnish, foreign bodies, protrusions, dirt, bumps or scratches. Any defect shall result in rejection of the initial length.
- b) A second visual check shall be carried out on each of the test pieces after they have been cut. This is to detect any internal defects around the visible part of the cross-section, and more particularly, any signs of detachment between the foam and the resin, and foam of poor quality (voids, cracks). Any such defect shall result in rejection of the test piece.

5.3.3 Dimensional check

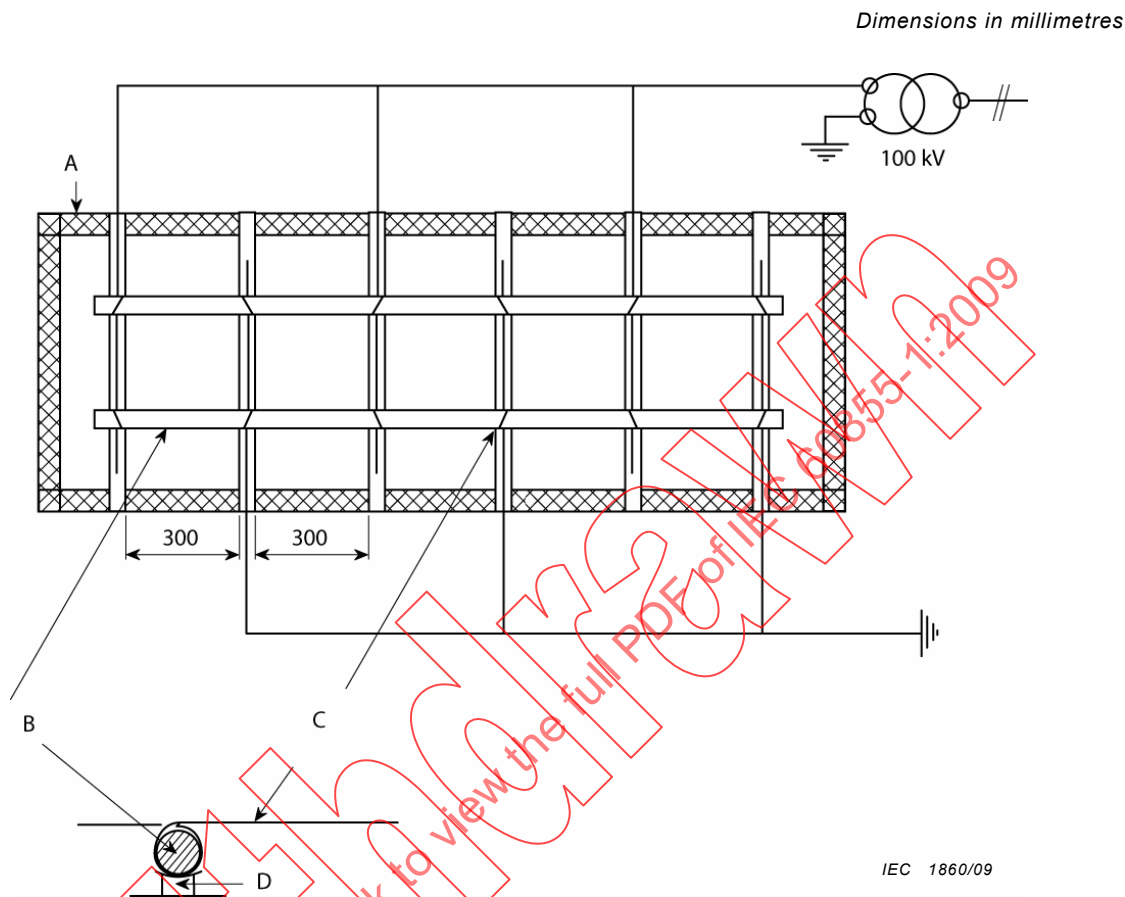
The purpose of the dimensional check is to verify that diameters comply with the marking, and the tolerance requirements comply with 4.4.

The dimensional check shall be carried out on each of the initial lengths, before the test pieces are cut from them, at both ends and in the middle.

5.4 Electrical tests

5.4.1 Dielectric test under dry condition

An example of suitable test arrangement is given in Figure 1.



Key

- A Insulating table
- B Tube or rod to be tested
- C Stranded wire electrodes not less than 5 mm width
- D Metallic support

Figure 1 – Dielectric test under dry condition – Typical test arrangement

The dielectric test shall be carried out in accordance with IEC 60060-1. The tubes and rods shall be subjected to an alternating voltage of 100 kV r.m.s at power frequency applied between electrodes 30 cm apart, for 1 min.

The test shall be considered as passed if the tubes and rods fulfil the following:

- no flashover, no sparkover or puncture;
- no visual sign of tracking or erosion on the surface;
- no temperature rise greater than 2 °C.

The temperature measurement shall take place no more than 2 min after completion of the test.

NOTE An infrared camera can be used to measure the temperature of the surface. The camera should be calibrated for the test object prior to use.

5.4.2 Dielectric test after exposure to water

5.4.2.1 Test conditioning

5.4.2.1.1 Conditioning by humidity

Before the test, each test piece of 0,3 m length shall be prepared by cleaning with isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) and then dried in air at room temperature for a period of not less than 15 min.

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

The test pieces shall be placed in a chamber and subjected to the following conditioning: 168 h/23C/93 % according to Table I of IEC 60212.

At the end of this conditioning period, the test pieces shall be returned to the ambient conditions of the test area. They shall be lightly wiped with a clean dry lint free cloth, the ends of the test pieces shall be covered with conducting adhesive tape, and they shall be tested immediately.

5.4.2.1.2 Conditioning by immersion

Before the test, each test piece of 0,3 m length shall be prepared by cleaning with isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) and then dried in air at room temperature for a period of not less than 15 min.

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

The test pieces shall be conditioned by total immersion for 24 h in a tank of tap water with a minimum conductivity of 500 $\mu\text{S/cm}$, or a maximum resistivity of 20 $\Omega\cdot\text{m}$, at 20 °C.

At the end of this conditioning period, the test pieces shall be lightly wiped with a clean dry lint-free cloth, and the ends of the test pieces covered with conducting adhesive tape. The test pieces shall be tested upon return to room temperature in the test area.

5.4.2.2 Measurements

The test assembly shall comply with Figures 2, 3, 4 and 5. The measuring apparatus shall not be less than 2 m from the high voltage source. All measuring leads, the shunt and the optional protective gap shall be shielded and earthed. The test piece shall be mounted at an approximate height of 1 m from the ground on an insulating support. A voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency shall be applied between the electrodes for 1 min, in accordance with IEC 60060-1.

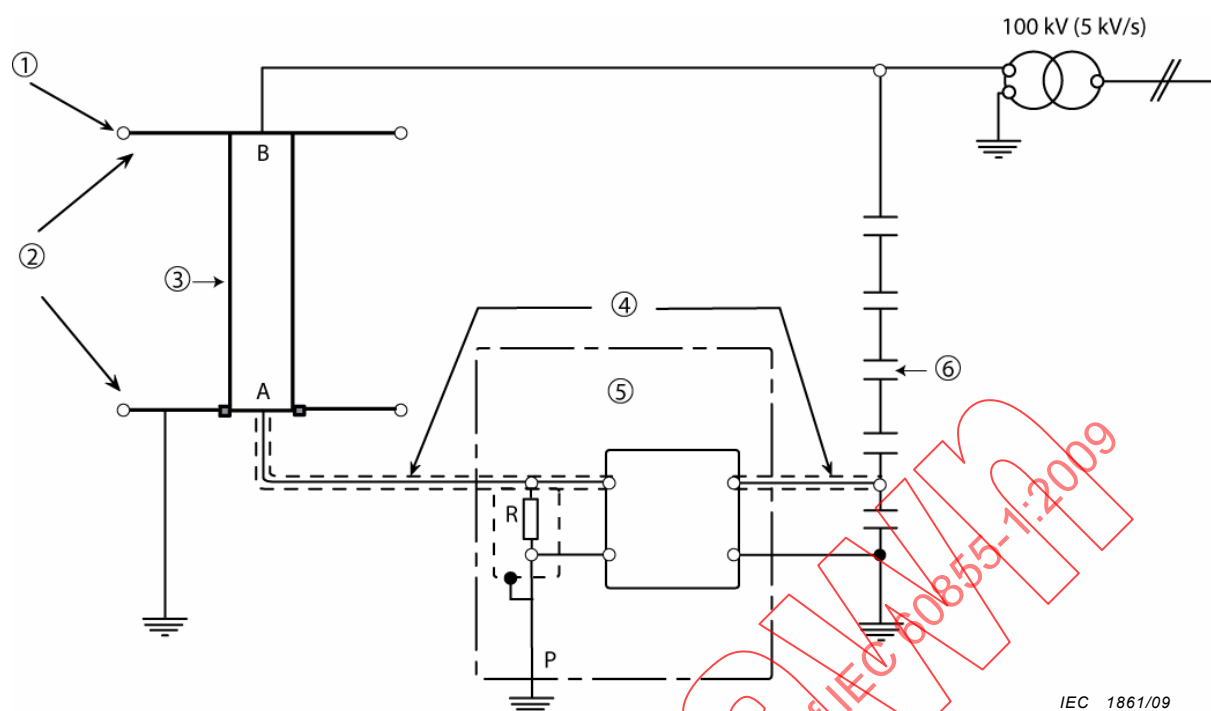
The current passing through the test piece shall be measured (the guard electrode on the earth side is directly connected to earth). The maximum current recorded during the test is called I .

The phase difference between current and voltage shall be measured as follows:

- current (earth end), by passing it through a known impedance;
- voltage (line end), by means of an appropriate divider.

The minimum phase angle recorded during the test is called φ .

NOTE Before installing the test piece in the test set-up, reference measurements with no test piece present should be taken and the current and phase angle values recorded. This blank test will help verify the quality of the test set-up.

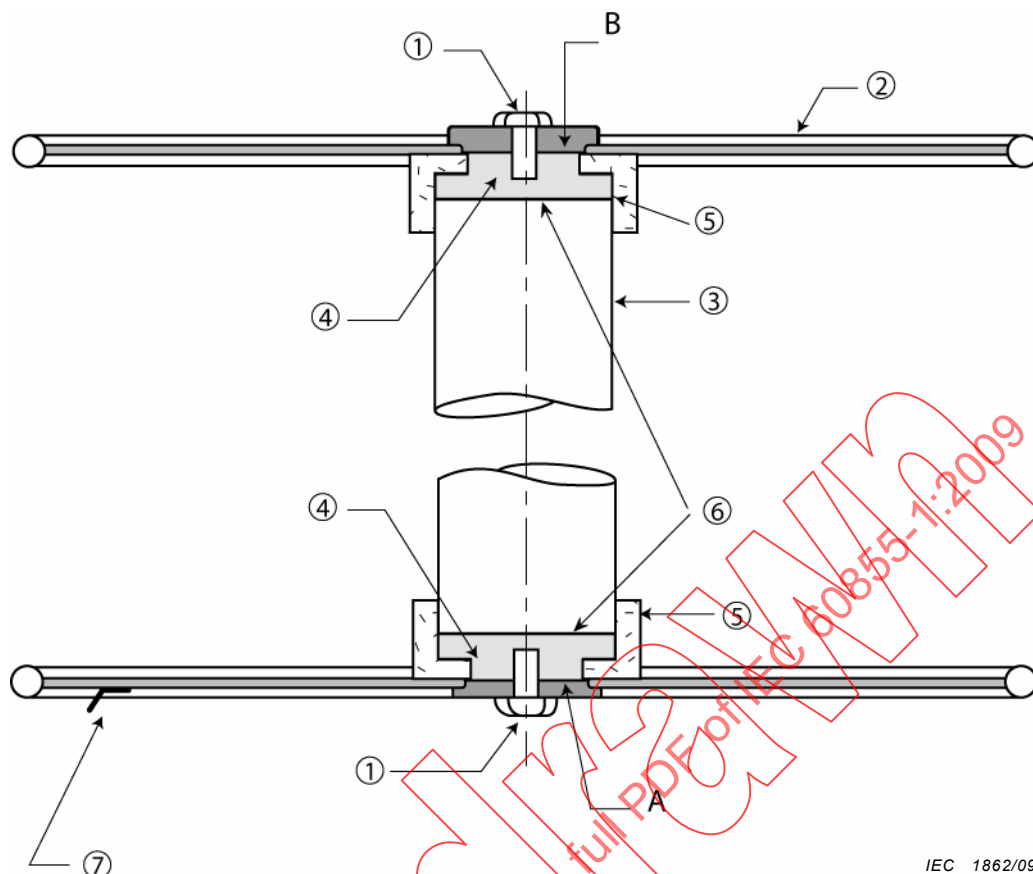
**Key**

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 Continuous welded tube | 4 Screened leads |
| 2 Guard electrodes | 5 Measuring equipment |
| 3 Test piece | 6 Capacitive (or resistive) divider |

R The resistance between points A and P $\leq 10\,000\ \Omega$

The measurement zone is situated at least 2 m away from any HV source

Figure 2 – Dielectric test after exposure to water – Typical test arrangement



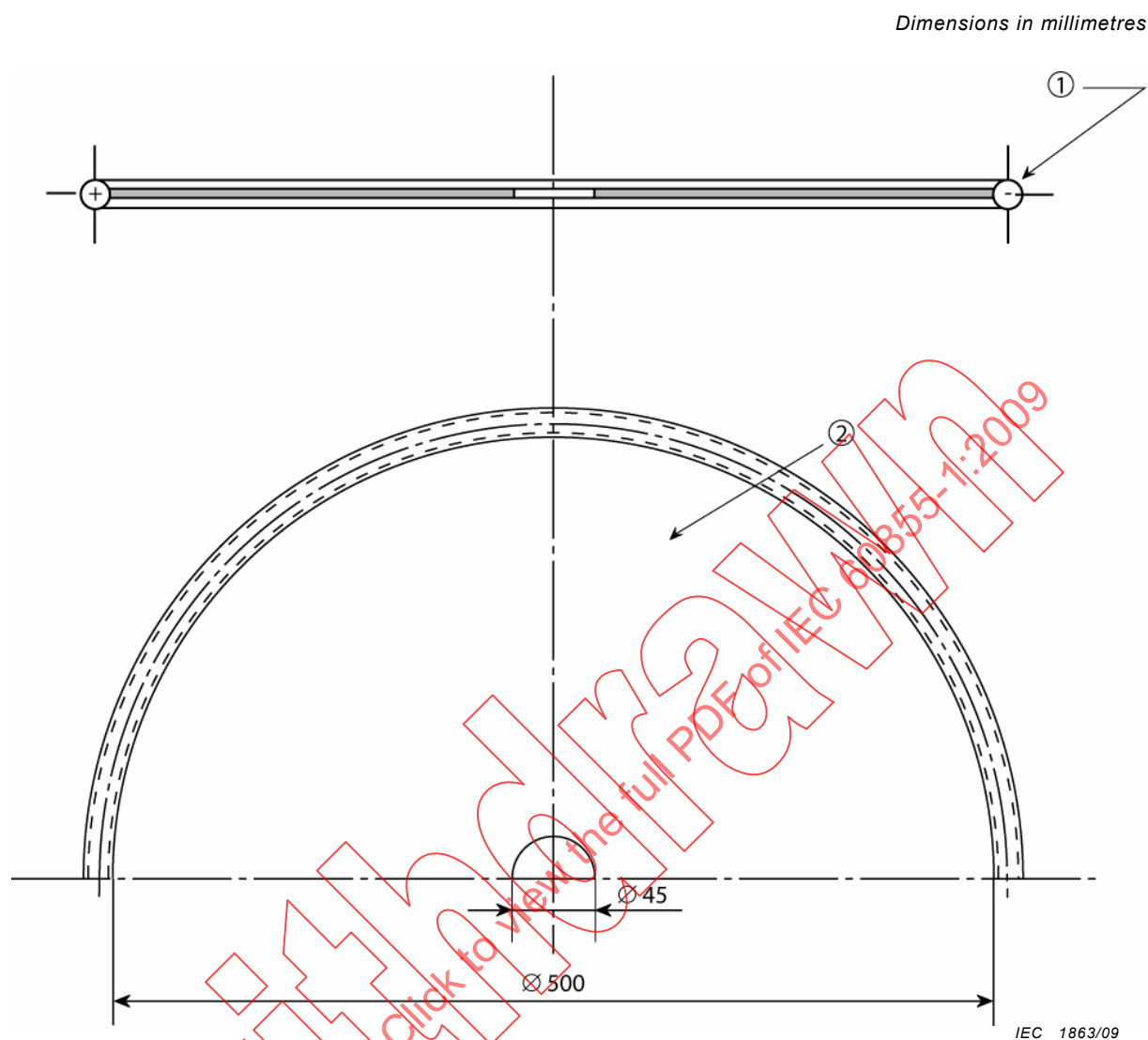
IEC 1862/09

NOTE Banana plugs may be replaced by other suitable electrical connectors.

Key

- | | |
|---------------------------------|---|
| A Insulating material | B Brass |
| 1 Socket for Ø 4 mm banana plug | 5 Electrode support |
| 2 Guard electrode | 6 Contact maintained by conductive adhesive tape |
| 3 Test piece of 300 mm length | 7 Socket for Ø 4 mm banana plug soldered on guard electrode |
| 4 Brass electrode | |

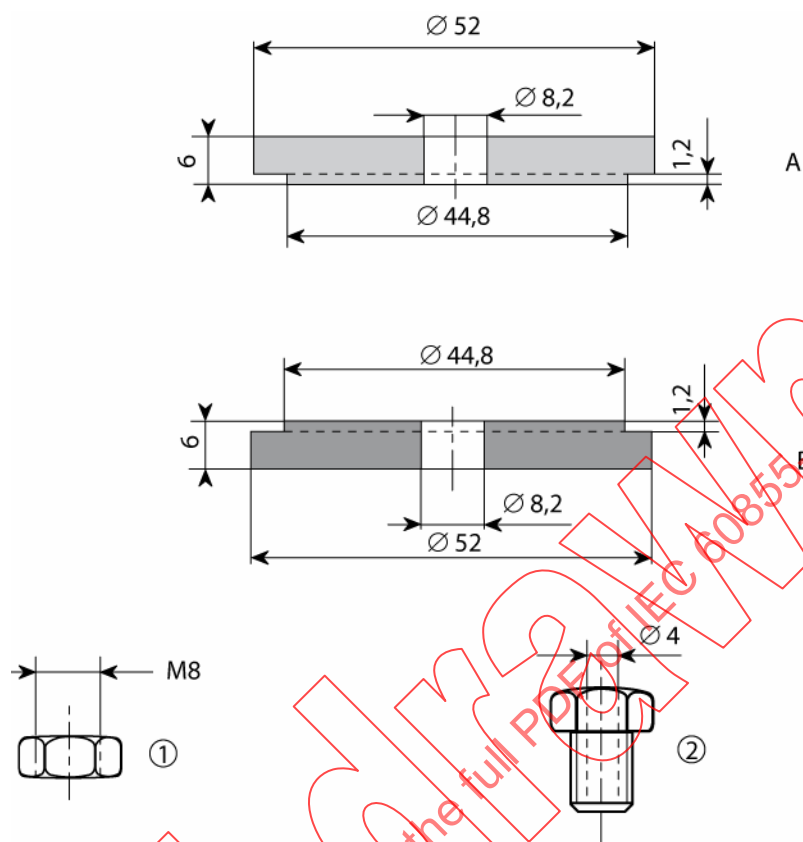
**Figure 3 – Dielectric test after exposure to water –
Assembly diagram of the test piece to the guard electrodes**

**Key**

- 1 $\varnothing$ 12 mm copper tube soldered onto brass plate
- 2 Brass thickness 1,5 mm

Figure 4a – Constructional drawing for guard electrodes (two required)

Dimensions in millimetres



IEC 1864/09

Key

- A Insulating material
- B Brass
- 1 Two M8 brass nuts for rods
- 2 Two M8 × 10 brass screws with Ø 4 mm holes for tubes

Figure 4b – Constructional drawings for parts A and B

**Figure 4 – Dielectric test after exposure to water –
Constructional drawings for guard electrodes and parts**

Dimensions in millimetres

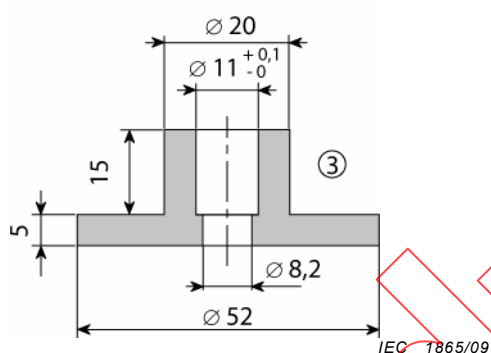
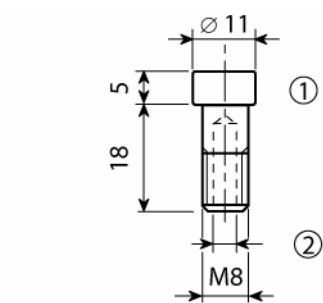


Figure 5a – For 10 mm diameter rod

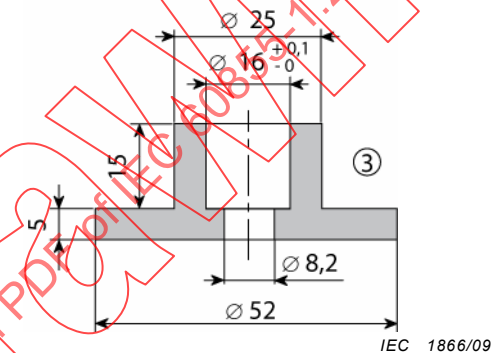
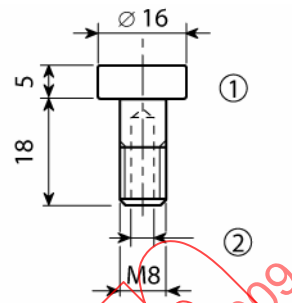


Figure 5b – For 15 mm diameter rod

Dimensions in millimetres

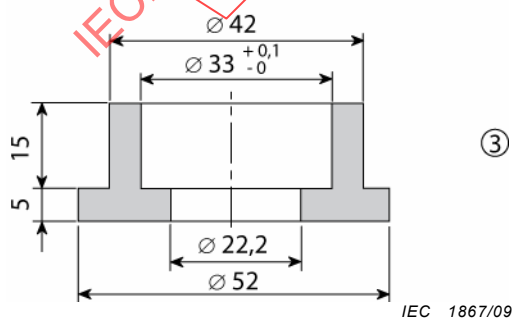
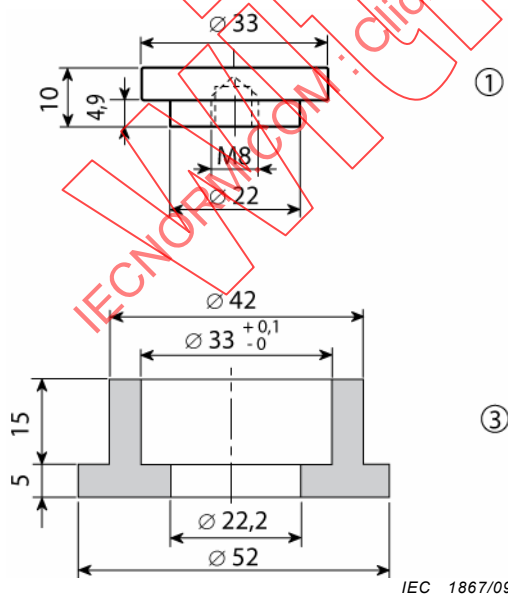


Figure 5c – For 32 mm diameter tube

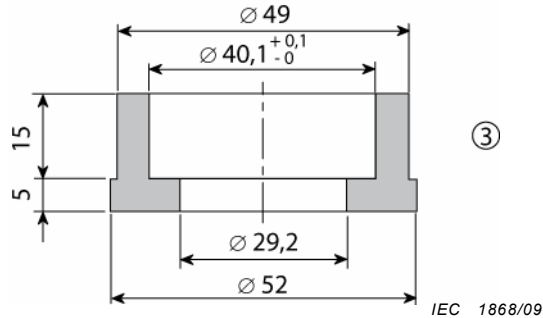
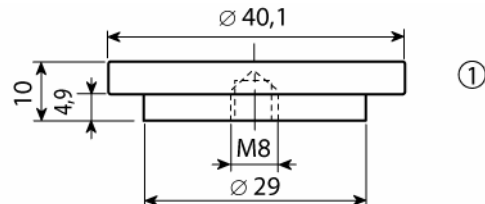


Figure 5d – For 39 mm diameter tube

Figure 5 – Examples of constructional drawings for guard electrode parts according to some test piece diameters

Dimensions in millimetres

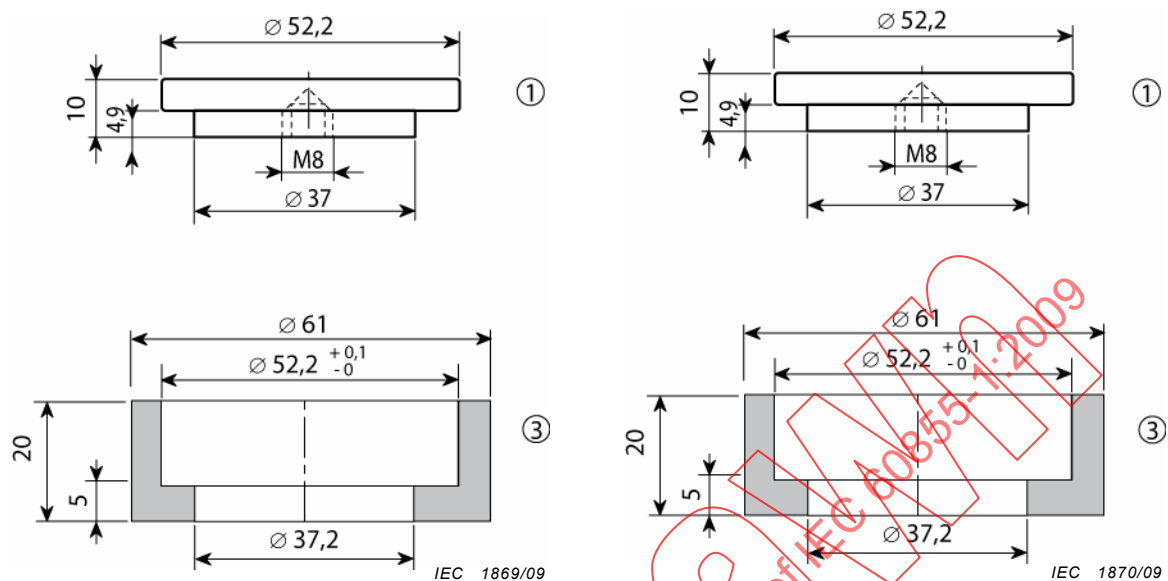


Figure 5e – For 51 mm diameter tube

Figure 5f – For 64 mm diameter tube

Dimensions in millimetres

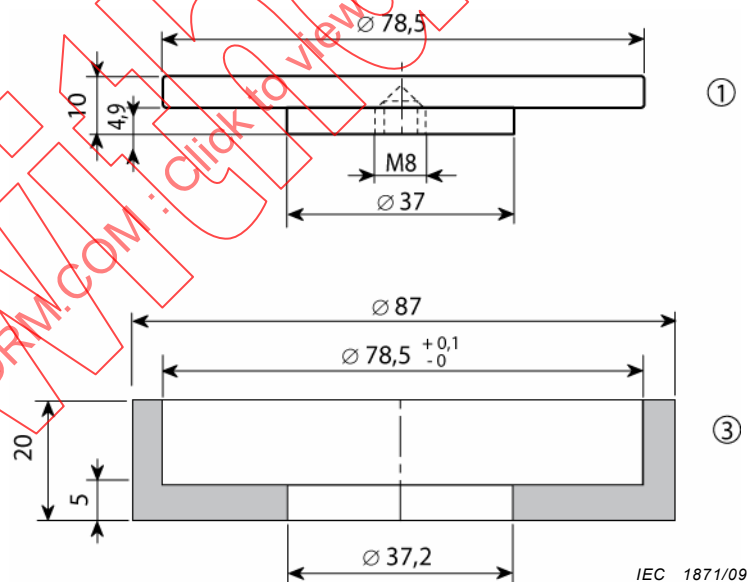


Figure 5g – For 77 mm diameter tube

Key

- 1 Two brass electrodes
- 2 $\varnothing 4$ mm hole for banana plug
- 3 Two insulating supports

Figure 5 (continued)

5.4.2.3 Test results

The specified currents are given in r.m.s. values.

The test shall be considered as passed if:

- the current I does not exceed the values provided in Table 2,
- the phase angle φ is not under 50° ,
- during the test, there is no sign of flashover or puncture of any of the test pieces.

Table 2 – Maximum values for the current I

Outer diameter mm	$d < 30$	$30 \leq d$
Upper limit for current $\mu\text{A rms}$	$I < 48$	$I < \text{Rounded off to the closest integer value to } 0,35 \times d + 38$

5.4.3 Wet test

5.4.3.1 General test conditions

Before the test, each test piece shall be prepared by cleaning with isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) and then dried in air at room temperature for a period of not less than 15 min.

The electrodes shall be made of an aluminium or copper soft wire 3 mm to 4 mm in diameter, encircling the test piece with three or four turns, as shown in Figure 6a. The electrodes shall be placed symmetrically on the test piece and spaced 1 m apart (see Figure 6b).

NOTE The surface of the electrode should not be oxidized, and if a treatment against oxidization is applied, it should not modify the characteristics of the water streaming on the tube or the rod.

The test assembly shall comply with Figure 6b. The test piece shall be inclined at an angle of 45° to the vertical. A voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency shall be applied between the electrodes, in accordance with IEC 60060-1, for 1 h.

5.4.3.2 Precipitation characteristics

The wet test shall be carried out in accordance with the standard wet test procedure described in IEC 60060-1:

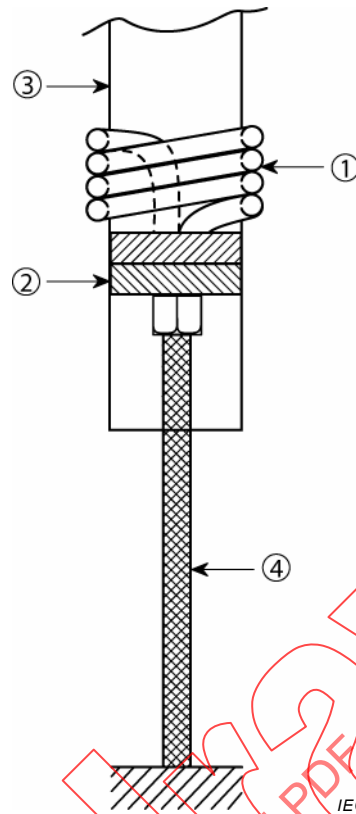
- average precipitation rate: 1,0 mm/min to 2,0 mm/min $\pm$ 0,5 mm/min,
- resistivity of collected water corrected to 20°C : $100 \Omega\cdot\text{m} \pm 15 \Omega\cdot\text{m}$.

However, contrary to the requirements of IEC 60060-1, precipitation shall commence immediately when the voltage is applied.

Precipitation shall be such that the water falling near the test piece shall be at a 90° angle to the test piece, as shown in Figure 6b.

The temperature of the water shall be similar to the temperature of the test area.

NOTE As the ambient temperature can change faster than the temperature of the water, when the temperature is measured a gap of 3°C is allowed.

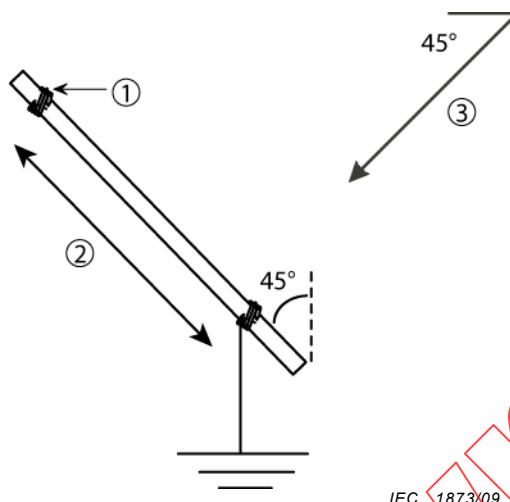


IEC 1872/09

Key

- 1 Aluminium or copper soft tie wire; 3 to 4 turns, 3 mm to 4 mm diameter
- 2 Electrode fixed by adhesive tape
- 3 Test piece
- 4 Earthing lead

Figure 6a – Details of electrode arrangement

**Key**

- 1 High voltage electrode
- 2 Electrode spacing, 1 m
- 3 Rain direction

Figure 6b – Typical test arrangement**Figure 6 – Wet test****5.4.3.3 Test results**

The test shall be considered as passed if the following conditions are met:

- no flashover during the test,
- no sparkover or puncture,
- no visual sign of tracking or erosion on the surface,
- no temperature rise greater than 20 °C, relative to the initial test piece temperature, on any spot on the surface of the test piece at the end of the test period. The temperature measurement shall take place no more than 2 min after completion of the test.

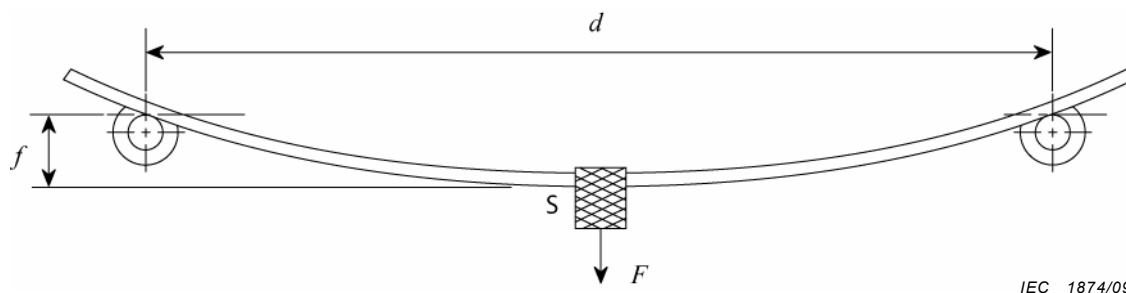
NOTE An infrared camera can be used to measure the temperature of the surface. The camera should be calibrated for the test object prior to use.

5.5 Mechanical tests**5.5.1 Bending test**

A tube 2,50 m long or a rod 2 m long shall be placed between two supports consisting of pulleys (Figure 7) with the following distance d between the axes:

- 0,50 m for rods;
- 1,50 m for 32 mm diameter tubes;
- 2 m for 39 mm diameter tubes or larger.

At the centre of the span, a vertical force F shall be applied to a leather or fabric strap, 50 mm $\pm$ 2,5 mm wide, which is placed on the tube or rod.

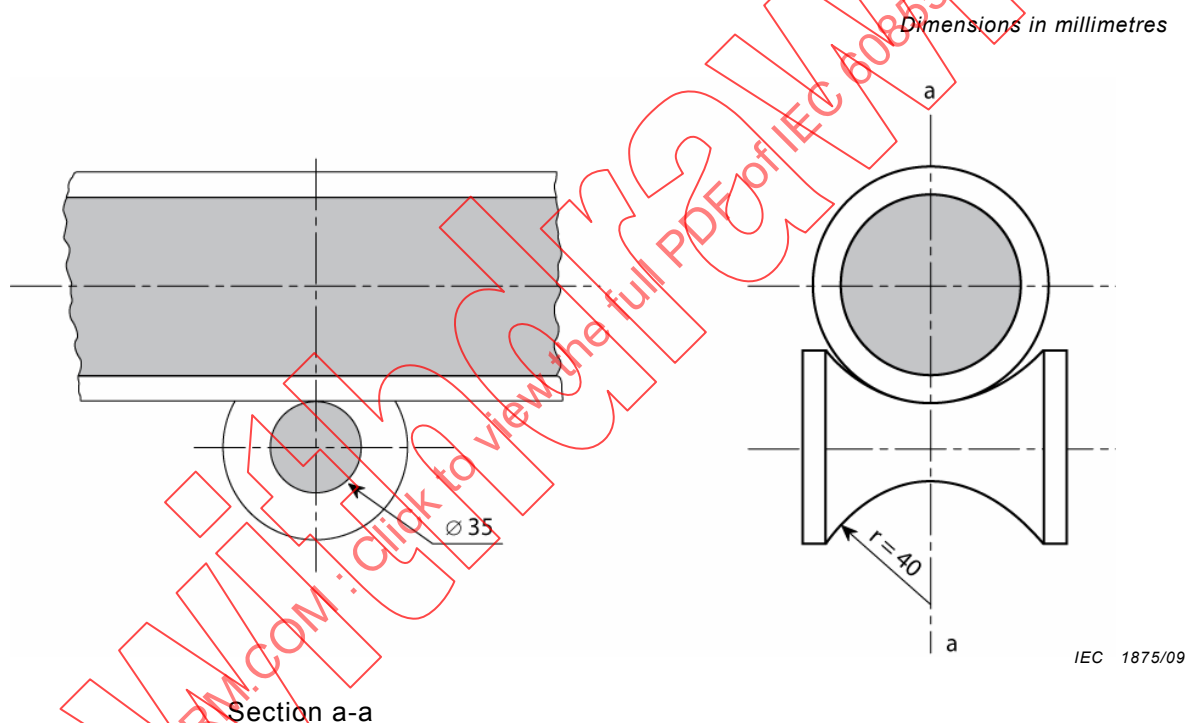


IEC 1874/09

Key

S Strap

Figure 7a – Bending test assembly



IEC 1875/09

Figure 7b – Detail of supports

Figure 7 – Bending test

F_d is the force for which the elastic limit is not exceeded.

The applied force F shall be increased at a rate of (200 ± 50) N/s and the deflection shall be measured for the loads $\frac{F_d}{3}$, $\frac{2F_d}{3}$ and F_d , these having been maintained for 30 s.

The difference between the deflections measured for $\frac{F_d}{3}$ and $\frac{2F_d}{3}$ and for $\frac{2F_d}{3}$ and F_d , shall be less than the value of f indicated below.

This force shall then be removed progressively and, 1 min after the force has been removed, the residual deflection shall be measured; this shall not exceed 6% of the deflection measured during application of the force F_d for tubes, and 1 mm for rods.

The tube or rod shall then be rotated through 90°, 180° and 270°, and the test repeated for each position. For the same load, the deflection f shall not vary by more than 15%.

The measured deflection produced by force F_d shall be compared with that for the previous test. With the tube or rod in the plane for which the total deflection was the greatest, the force shall then be reapplied and progressively increased under the same conditions as above, up to the value F_r , which is then maintained for 30 s. There shall be no sign of failure.

The test shall be continued until the test piece breaks and the actual breaking load is recorded for information.

Table 3 gives the values of F_d , f and F_r for tubes and rods of specific diameters. The values for other diameters will be provided at the next maintenance.

Table 3 – Values of F_d , f and F_r for bending test

External diameter of tube or rod mm		Distance between supports m	F_d N	f mm	F_r N	Length of test piece m
Rods	10	0,5	270	20	540	2
	15	0,5	1 350	15	2 700	2
Tubes	32	1,5	1 100	35	2 150	2,5
	39	2	1 500	50	2 950	2,5
	51	2	3 250	45	6 450	2,5
	64	2	5 500	35	11 000	2,5
	77	2	11 650	30	23 250	2,5

5.5.2 Torsion test

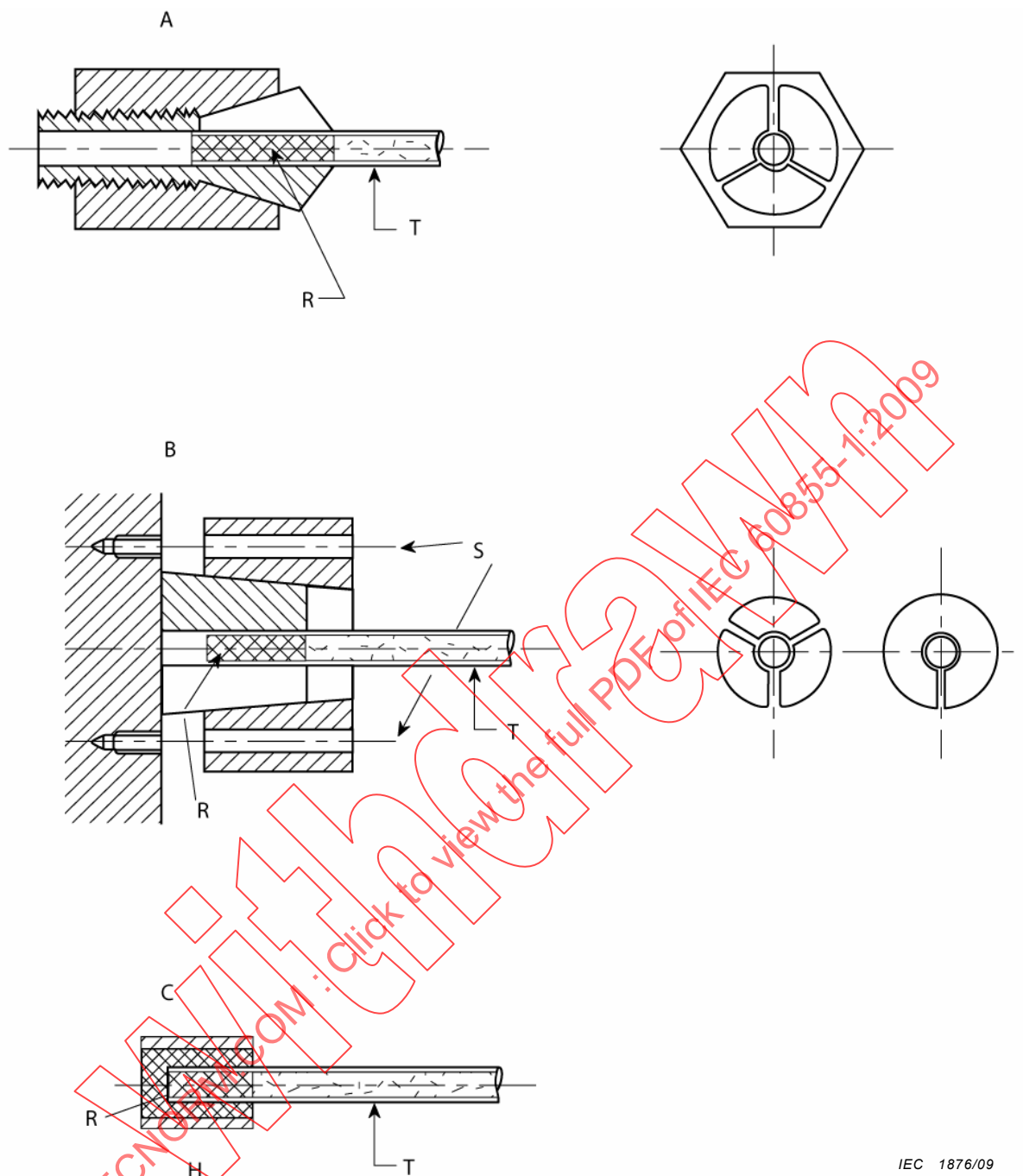
The test piece shall be subjected to a torsion test over a length of 1 m (between collets or terminations). Figure 8 shows suitable alternative methods of fixing the ends of the test pieces for this test.

A linear torque shall be applied progressively at a rate of not more than $(5 \pm 2) \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ up to the value C_d , which is the torque for which neither audible nor visible defects are observed. At this value, the angular deflection measured after a 30 s application of the torque shall be less than the corresponding angle a_d (values for specific diameters are specified in Table 4. The values for other diameters will be provided at the next maintenance.).

The torque shall then be removed and, after 1 min, the residual angle of deflection shall be measured. This shall be less than 1% of a_d for rods, and 1° for tubes.

An increasing torque shall then be reapplied, as above, up to a value C_r and shall be maintained for 30 s. There shall be no sign of failure.

The test shall be continued until the test piece breaks, for information purposes.



IEC 1876/09

Key

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|
| A | Tube gripped in spring collet | H | Housing suitable for gripping in mandrel |
| B | Tube gripped by taper mandrel | S | Screws |
| C | Termination potted in resin | T | Test piece |
| R | Resin | | |

Figure 8 – Torsion test – Examples for fixing tube or rod

Table 4 – Values of C_d , a_d and C_r for torsion test

External diameter of tube or rod mm		C_d N·m	a_d degrees	C_r N·m
Rods	10	4,5	150	9
	15	13,5	180	27
Tubes	32	40	35	80
	39	80	40	160
	51	120	12	240
	64	320	12	640
	77	600	8	1 200

5.5.3 Crushing test on tube

The length of each test piece shall be equal to three times the outer diameter. The test piece shall be placed between two smooth, flat, parallel, rigid plates and compressed (see Figure 9). The length of the plates shall be at least equal to the test piece length plus 20 mm. The distance between plates shall then be continuously decreased at a constant speed of 2 mm/min.

The force F applied to the test piece shall be recorded versus time.

Two values of F are to be considered:

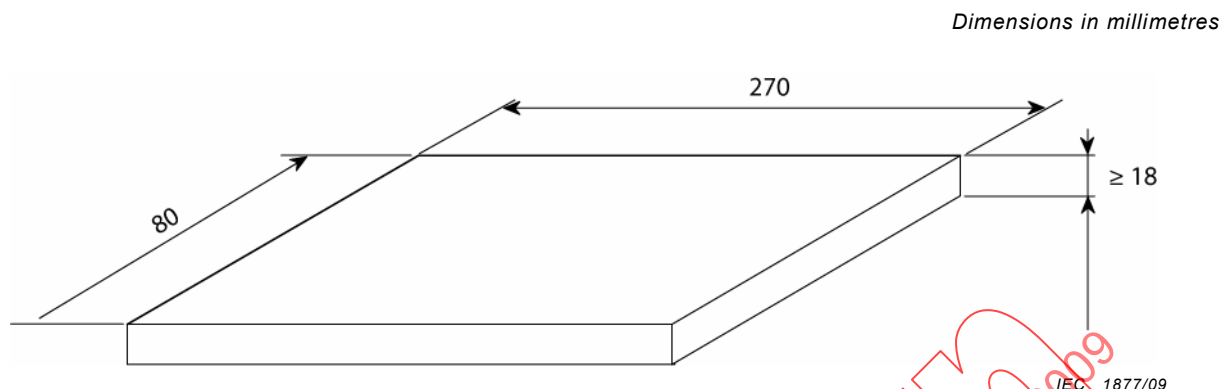
- $F = F_d$: minimum value of F where first linearity is lost. This corresponds to a loss of $\Delta F \geq 0,01 F_d$;
- $F = F_r$: maximum value of F recorded during the three first minutes of test (displacement ≤ 6 mm).

F_d and F_r measured shall be higher than the values specified in Table 5.

Table 5 – Values of F_d and F_r for crushing test

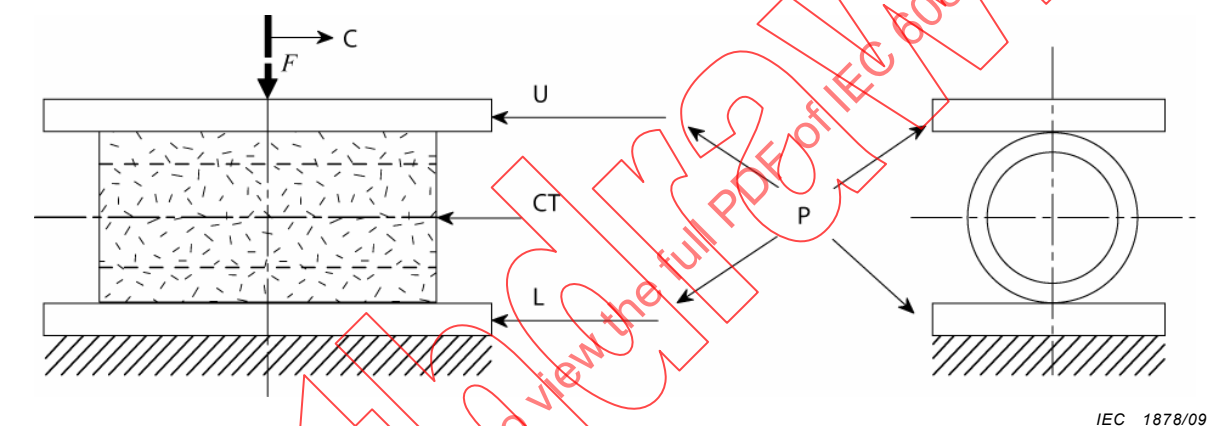
Nominal diameter of tube mm	32	39	51	64	77
F_d (N)	700	1 650	3 000	3 400	7 000
F_r (N)	1 400	3 300	6 000	6 800	14 000

Values for specific diameters are specified in Table 5. The values for other diameters will be provided at the next maintenance.



NOTE Young's modulus of material $E \geq 2,2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Figure 9a – Two crushing plates



Key

C	Centred	U	Upper plate
CT	Centred test piece	L	Lower plate
P	Plates		

Upper-plate stability shall be ensured by displacing down application point of force F , with the help of stirrups.

Figure 9b – Test mounting

Figure 9 – Crushing test

5.5.4 Electrical test after mechanical ageing

5.5.4.1 Bending ageing test

The test consists of subjecting each test piece to a total of 4 000 bending cycles under the test conditions described in 5.5.1. The force F indicated in Table 3 shall be applied at the midpoint of the test piece, to give 1 000 bending cycles in each of four directions, 90° apart.

The frequency of application of the load shall be between one and two cycles per minute. The test piece shall be rotated through 90° after each 1 000 bending cycles.

The test shall be considered as passed if after 4 000 cycles, the test piece shows no signs of deterioration, localized or otherwise, or have any permanent set, during a visual check.

5.5.4.2 Dielectric test after mechanical ageing

Two 0,30 m new test pieces shall be cut from each half of the three test pieces having undergone the 4 000 cycles bending test. These six new test pieces shall be then subjected to dielectric tests after exposure to water as described in 5.4.2, with conditioning by humidity according to 5.4.2.1.1.

The test shall be considered as passed if the results are in accordance with 5.4.2.3.

5.5.5 Dye penetration test

The three test pieces shall be totally immersed in a container filled with aqueous dye solution. The dye shall be selected in accordance with occupational health and environmental requirements.

NOTE Previous standard IEC 60855 specified a solution of fuchine. For health considerations, efforts have been made by TC78 to identify a replacement and comparative dye penetration tests have been carried out, using various dyes. These tests indicate that the choice of the dye does not affect significantly the characterisation of tubes and rods. In practice however, eosine ($C_{60}H_6Br_4Na_2O_5$) proves to be particularly convenient.

The container with the immersed test pieces shall be placed in a vacuum chamber at a pressure of less than 6 500 Pa (about 50 Torr). After 1 h, the pressure shall be released and the test pieces shall be removed from the solution.

In order to avoid dye solution spreading from the test piece ends during cutting, the test pieces shall be dried for 24 h at a temperature of about 35 °C before cutting them.

After drying, the test pieces shall be cut 5 mm from each end. The new test pieces thus obtained shall be slit lengthways.

The test shall be considered as passed if there is no sign of solution dye penetration in either the foam, at the junction of the foam and the tube, or in the tube or rod.

5.5.6 Durability of marking

This test is carried out on the markings of three initial lengths of tube and rod provided by the manufacturer, before the test pieces are cut from them.

The markings shall be rubbed vigorously for 1 min with a clean cloth soaked in water, then with a clean cloth soaked in isopropanol ($CH_3-CH(OH)-CH_3$).

The test shall be considered as passed if the markings are still legible and the characters do not run or smear.

6 Conformity assessment of tubes and rods 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 C resulting from a risk analysis on the performance of the tubes and rods, provides the classification of defects and identifies the associated tests applicable in case of production follow-up.

7 Modifications

Any modification of the design of tubes or rods that affects the performance of the product shall require the type tests to be repeated, in whole or in part, as well as a change in the reference literature. If the modification of a characteristic does not modify the requirements which are checked through a certain test, it is not necessary to carry out this test.

Annex A
(informative)

Usual outer diameters

Table A.1 – Usual diameters

Product	Outer diameter mm
Rod	10 15
Tube	32 39 51 64 77

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60855-1:2009

Annex B (normative)

Plan of carrying out of the type tests

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

Table B.1 – Chronological order of the type tests

Type tests	Subclause		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
	Requirements	Tests							
Dimensional check ^a	4.4	5.3.3	1	1	1	1	1	1	1
Durability of marking ^b	4.5	5.5.6	1	1	1	1	1	1	1
Visual check ^c	4.1 4.5 4.6	5.3.2	2	2	2	2	2	2	2
Dielectric test after exposure to water	4.2	5.4.2 with conditioning of 5.4.2.1.1	3						
Wet test	4.2	5.4.3		3					
Bending test	4.3	5.5.1			3				
Torsion test	4.3	5.5.2				3			
Crushing test on tube	4.3	5.5.3					3		
Bending ageing test	4.3	5.5.4.1						3	
Dielectric test after mechanical ageing	4.3	5.5.4.2						4	
Dye penetration test	4.2	5.5.5							3

^a This check is carried out on the initial lengths of rod and/or tube provided by the manufacturer, before the test pieces are cut off.

^b This check is carried out on the markings of 3 initial lengths of rod and/or tube provided by the manufacturer, before the test pieces are cut from them.

^c This check is carried out on the initial lengths of rod and/or tube provided by the manufacturer, before the test pieces are cut off, then on the test pieces after cutting.

Annex C (normative)

Classification of defects and associated requirements and tests

This annex was developed to address the level of defects of tubes and rods (critical, major or minor) in a consistent manner (see IEC 61318). For each requirement identified in Table C.1, both the type of defect and the associated test are specified.

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

Requirements		Type of defects			Tests
		Critical	Major	Minor	
4.1	Material and design	X			5.3.2 ^a
4.2	Dielectric : dry condition	X			5.4.1
	Dielectric : after exposure to water		X		5.4.2 with conditioning of 5.4.2.1.2
4.3	Mechanical : bending		X		5.5.1
	Mechanical : torsion		X		5.5.2
4.4	Tolerance requirements on outer diameter			X	5.3.3
4.5	Marking : presence		X		5.3.2
^a This check is carried out on the initial lengths of rod and/or tube provided by the manufacturer, before the test pieces are cut off.					

Bibliography

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

IEC 61477:2009, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

²⁾ There exists a consolidated edition 2.1 (2008) including IEC 60743:2001 and its Amendment 1 (2008).

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives.....	37
3 Termes et définitions	37
4 Exigences	38
4.1 Matériaux et conception	38
4.2 Exigences électriques	38
4.3 Exigences mécaniques.....	38
4.4 Exigences relatives aux tolérances applicables aux diamètres extérieurs.....	38
4.5 Marquage.....	39
4.6 Emballage.....	39
5 Dispositions d'essai.....	39
5.1 Généralités.....	39
5.2 Condition des essais de type.....	39
5.2.1 Généralités.....	39
5.2.2 Groupes et éprouvettes.....	40
5.3 Contrôles visuel et dimensionnel.....	40
5.3.1 Généralités.....	40
5.3.2 Contrôle visuel.....	40
5.3.3 Contrôle dimensionnel.....	41
5.4 Essais électriques.....	41
5.4.1 Essai diélectrique à sec.....	41
5.4.2 Essai diélectrique après exposition à l'eau	42
5.4.3 Essai sous pluie.....	49
5.5 Essais mécaniques.....	51
5.5.1 Essai de flexion.....	51
5.5.2 Essai de torsion.....	53
5.5.3 Essai d'écrasement du tube.....	55
5.5.4 Essai électrique après vieillissement mécanique	56
5.5.5 Essai de non-pénétration de colorant.....	57
5.5.6 Durabilité du marquage	57
6 Evaluation de la conformité des tubes et tiges issus de la production	57
7 Modifications	58
Annexe A (informative) Diamètres extérieurs usuels	59
Annexe B (normative) Plan de réalisation des essais de type.....	60
Annexe C (normative) Classification des défauts et exigences et essais associés	61
Bibliographie.....	62
Figure 1 – Essai diélectrique à sec – Montage typique d'essai.....	41
Figure 2 – Essai diélectrique après exposition à l'eau – Schéma typique de montage.....	43
Figure 3 – Essai diélectrique après exposition à l'eau – Schéma de montage de l'éprouvette dans les électrodes de garde.....	44
Figure 4 – Essai diélectrique après exposition à l'eau – Dessins d'exécution des accessoires pour électrodes de garde et pièces.....	46

Figure 5 – Exemples de dessins d'exécution des accessoires pour électrodes de garde selon quelques diamètres d'éprouvettes	47
Figure 6 – Essai sous pluie	51
Figure 7 – Essai de flexion.....	52
Figure 8 – Essai de torsion – Exemples d'encastrement de tube ou de tige	54
Figure 9 – Essai d'écrasement.....	56
Tableau 1 – Tolérances sur le diamètre extérieur d	39
Tableau 2 – Valeurs maximales du courant I	49
Tableau 3 – Valeurs de F_d , f et F_r pour essai de flexion	53
Tableau 4 – Valeurs de C_d , a_d et C_r pour essai de torsion	55
Tableau 5 – Valeurs de F_d et F_r pour essai d'écrasement	55
Tableau A.1 – Diamètres usuels	59
Tableau B.1 – Ordre chronologique des essais de type.....	60
Tableau C.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés	61

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60855-1:2009

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – TUBES ISOLANTS REMPLIS DE MOUSSE ET TIGES ISOLANTES –

Partie 1: Tubes et tiges de section circulaire

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 60855-1 a été établie par le comité technique 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Cette première édition de la CEI 60855-1 annule et remplace la première édition de la CEI 60855, publiée en 1985, dont elle constitue une révision technique.

Elle inclut les modifications techniques essentielles suivantes, par rapport à la norme antérieure CEI 60855:

- la clarification de la limitation de la norme aux tubes remplis de mousse et aux tiges pleines, de section circulaire;
- la revue des tolérances maximales applicables au diamètre extérieur;
- l'addition d'une exigence pour l'emballage individuel du produit;

- l'addition d'une exigence pour le marquage du diamètre extérieur sur le produit;
- la revue des exigences et des dispositions d'essai (sauf pour quelques dispositions d'essai mécaniques) pour qu'elles s'appliquent à tous les diamètres de tubes remplis de mousse et de tiges pleines:
 - le tableau des essais électriques spécifiant la limite de courant est remplacé par une formule;
- l'introduction d'un paragraphe sur les exigences électriques (4.2) et la clarification des résultats d'essai (augmentation de la température, 5.4.1 et 5.4.3.3);
- l'essai diélectrique avant exposition à l'humidité est remplacé par un essai diélectrique à sec avec un montage d'essai différent et une sanction différente;
- l'application de l'essai de non pénétration de colorant aux tiges isolantes;
- l'introduction d'un essai de la durabilité du marquage;
- la mise en œuvre des dispositions de la CEI 61318, en s'appliquant à classer les défauts et à vérifier l'applicabilité des dispositions d'essai.

Le comité technique 78 étudie la préparation de la CEI 60855-2 qui serait applicable aux tubes et tiges de section autre que circulaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/817/FDIS	78/828/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.

Une liste de toutes les parties de la CEI 60855, sous le titre général: *Travaux sous tension – Tubes isolants remplis de mousse et tiges isolantes*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme Internationale vise à définir les caractéristiques essentielles nécessaires pour une utilisation sûre des tubes et tiges, à déterminer des exigences appropriées et à fournir des dispositions d'essai.

La présente norme a été rédigée en conformité avec les exigences de la CEI 61477.

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.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60855-1:2009

TRAVAUX SOUS TENSION – TUBES ISOLANTS REMPLIS DE MOUSSE ET TIGES ISOLANTES –

Partie 1: Tubes et tiges de section circulaire

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60855 est applicable aux tubes isolants remplis de mousse et aux tiges isolantes pleines, de section circulaire, fabriqués en matériaux synthétiques et destinés à être utilisés dans la fabrication et la construction des outils et équipements pour réaliser des travaux sous tension sur des réseaux électriques de tension nominale supérieure à 1 kV.

Les tubes et tiges de section autre que circulaire ne sont pas couverts par la présente partie de la CEI 60855.

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* ¹⁾

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

CEI 61318:2007, *Travaux sous tension – Evaluation de la conformité applicable à l'outillage, au matériel et aux dispositifs*

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

tube isolant

pièce creuse de forme allongée, normalement de section circulaire, constituée d'un matériau synthétique isolant et rigide, normalement renforcé, dont l'intérieur peut être rempli de mousse

[Définition 2.4.6 de la CEI 60743]

¹⁾ Sous maintenance

3.2

tige isolante

pièce de forme allongée, normalement de section circulaire, constituée en matériau synthétique isolant et rigide et pouvant être renforcée

[Définition 2.4.5 de la CEI 60743]

NOTE Pour simplifier la présente norme, le mot « tube » est utilisé pour « tube isolant rempli de mousse et de section circulaire » et le mot « tige » pour « tige pleine de section circulaire ».

3.3

mousse

matériau isolant constitué d'alvéoles, généralement fabriqué de polyuréthane, utilisé pour empêcher la pénétration et le cheminement de l'humidité

[Définition 2.4.2 de la CEI 60743, modifiée]

4 Exigences

4.1 Matériaux et conception

Les tubes et les tiges doivent être constitués de matériaux synthétiques, qui peuvent être renforcés.

NOTE Le jaune, l'orange et le rouge sont les couleurs privilégiées pour indiquer que le matériau a des qualités isolantes.

Le revêtement de finition, s'il existe, doit être transparent.

Le remplissage de mousse doit être intimement lié aux parois du tube, et ni la mousse ni cette liaison ne doivent se dégrader durant les essais, à l'exception des essais qui conduisent à la destruction des pièces. Le remplissage de mousse doit être exempt de vides, séparations, fissures ou autres défauts.

4.2 Exigences électriques

Le matériau et la conception des tubes et des tiges doivent avoir des propriétés isolantes.

La surface externe des tubes et des tiges doit présenter des propriétés hydrophobes.

NOTE Un essai est à l'étude et sera inclus lors de la prochaine période de maintenance de la publication.

4.3 Exigences mécaniques

Le matériau et la conception des tubes et des tiges doivent avoir des propriétés de résistance mécanique.

4.4 Exigences relatives aux tolérances applicables aux diamètres extérieurs

Les tolérances maximales autorisées sur le diamètre extérieur annoncé (d) des tubes et des tiges couverts par la présente norme doivent être telles que spécifiées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérances sur le diamètre extérieur d

Diamètre extérieur mm	$d < 30$	$30 \leq d < 40$	$40 \leq d < 50$	$50 \leq d < 60$	$60 \leq d < 70$	$70 \leq d < 80$	$80 \leq d$
Tolérance mm	$\pm 0,5$	$\pm 0,55$	$\pm 0,6$	$\pm 0,65$	$\pm 0,7$	$\pm 0,75$	$\pm 0,8$

A titre informatif et pour des raisons de compatibilité avec les équipements existants, le Tableau A.1 donne les diamètres couramment utilisés en travaux sous tension.

4.5 Marquage

Le marquage en relief est interdit. Le marquage de chaque tube ou tige doit porter au moins les renseignements suivants:

- le nom du fabricant ou la marque de commerce;
- le diamètre extérieur;
- la date de fabrication (mois et année) et le numéro d'identification le cas échéant;
- le numéro de la norme CEI applicable (IEC 60855-1).

D'autres caractéristiques ou informations non nécessaires sur le lieu de travail, telles que l'année de publication de la norme, doivent être associées à chaque produit par d'autres moyens, tels que le codage d'information (code-barres, puces électroniques, etc.), ou doivent être associées à l'emballage.

Le marquage doit être clairement lisible par une personne ayant une vue normale ou corrigée, sans moyen de grossissement additionnel. Le marquage doit être durable et ne doit pas nuire aux performances électriques des tubes ou tiges.

4.6 Emballage

Chaque tube et chaque tige doit être livré dans un emballage individuel.

NOTE Il convient que l'emballage réduise l'action abrasive ou le contact direct avec les autres tubes ou tiges ou avec toute surface qui pourrait endommager la surface polie.

5 Dispositions d'essai

5.1 Généralités

La présente norme fournit les dispositions d'essai qui permettent de démontrer que les tubes et les tiges satisfont 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 tiges et aux tubes issus de la production (voir Annexe C).

5.2 Condition des essais de type

5.2.1 Généralités

Pour être conforme à la présente norme, la conception du produit doit satisfaire à tous les essais de type énumérés au Tableau B.1.

Les essais de type doivent être réalisés en suivant l'ordre donné par le Tableau B.1.

Chaque essai doit être réalisé sur chaque éprouvette du groupe concerné.

Si l'une des éprouvettes ne satisfait pas à l'un des essais mentionnés dans le Tableau B.1, la conception doit être rejetée.

Pour tous les essais de type, les conditions ambiantes du local d'essais doivent être celles des conditions atmosphériques normales du Tableau I de la CEI 60212, à une température comprise entre 15 °C et 35 °C, avec un taux d'humidité relative de 25 % à 75 % (en tenant compte de la Note 5 du Tableau 1 de la CEI 60212).

NOTE La présente norme couvre les tubes et les tiges pour une utilisation à des températures comprises entre -25 °C et +55 °C et un taux d'humidité relative entre 20 % et 93 %. Pour les outils destinés à une utilisation en conditions atmosphériques inhabituelles (températures plus basses ou plus hautes, taux d'humidité relative plus élevé), il convient que les essais soient plus contraignants et soient réalisés sous des conditions appropriées.

Sauf exigence contraire, pour tous les essais de type, la tolérance sur les dimensions doit être de $\pm 0,5$ %.

Quand il est requis de procéder à un contrôle visuel, cela doit être compris comme étant un contrôle effectué par une personne dont la vue est normale ou corrigée, sans moyen de grossissement additionnel.

5.2.2 Groupes et éprouvettes

Le fabricant doit fournir des longueurs de tube et de tige permettant d'obtenir les groupes d'éprouvettes qui suivent.

- Groupe 1: trois éprouvettes de 0,3 m.
- Groupe 2: trois éprouvettes de 1,2 m, coupées à au moins 0,1 m du bord de la longueur initiale de tige ou de tube livrée par le fabricant.
- Groupe 3: trois éprouvettes de 2,5 m pour un tube et de 2 m pour une tige.
- Groupe 4: trois éprouvettes de 1,2 m.
- Groupe 5: (pour les tubes seulement): trois éprouvettes de longueur égale à trois fois le diamètre extérieur ± 5 %.
- Groupe 6: trois éprouvettes de 2,5 m.
- Groupe 7: trois éprouvettes de (100 ± 5) mm coupées à au moins 100 mm du bord de la longueur initiale de tige ou de tube livrée par le fabricant.
- Groupe 8: une éprouvette de 2 m, conservée comme témoin.

Lors de la découpe, l'équipement employé ne doit pas laisser de traces d'échauffement sur la section coupée. La coupe doit être nette, sans évidence d'arrachement de la fibre.

5.3 Contrôles visuel et dimensionnel

5.3.1 Généralités

Ces contrôles doivent être réalisés afin de s'assurer que les exigences générales sont respectées et que les dimensions sont conformes aux spécifications.

5.3.2 Contrôle visuel

Les longueurs initiales et les éprouvettes doivent être contrôlées visuellement afin de vérifier les éléments de marquage et l'emballage, et de détecter les défauts de fabrication.

Il existe deux niveaux de contrôle pour détecter les défauts de fabrication:

- a) Un premier contrôle visuel doit être effectué sur chacune des longueurs initiales de tube et de tige livrées par le fabricant avant découpe des éprouvettes. Il vise à déceler les défauts de surface tels qu'une mauvaise liaison évidente entre fibre et résine, des bulles d'air sous le vernis, des corps étrangers, des aspérités, des salissures, des bosses ou des rayures. Tout défaut doit conduire au rejet de la longueur initiale.

- b) Un deuxième contrôle visuel doit être effectué sur chacune des éprouvettes après découpe. Il vise à détecter les défauts internes, au niveau de la section apparente, et plus particulièrement tout signe de décollement entre la mousse et la résine ainsi qu'une insuffisance de qualité de la mousse (vides, fissures). Tout défaut de ce type doit conduire au rejet de l'éprouvette.

5.3.3 Contrôle dimensionnel

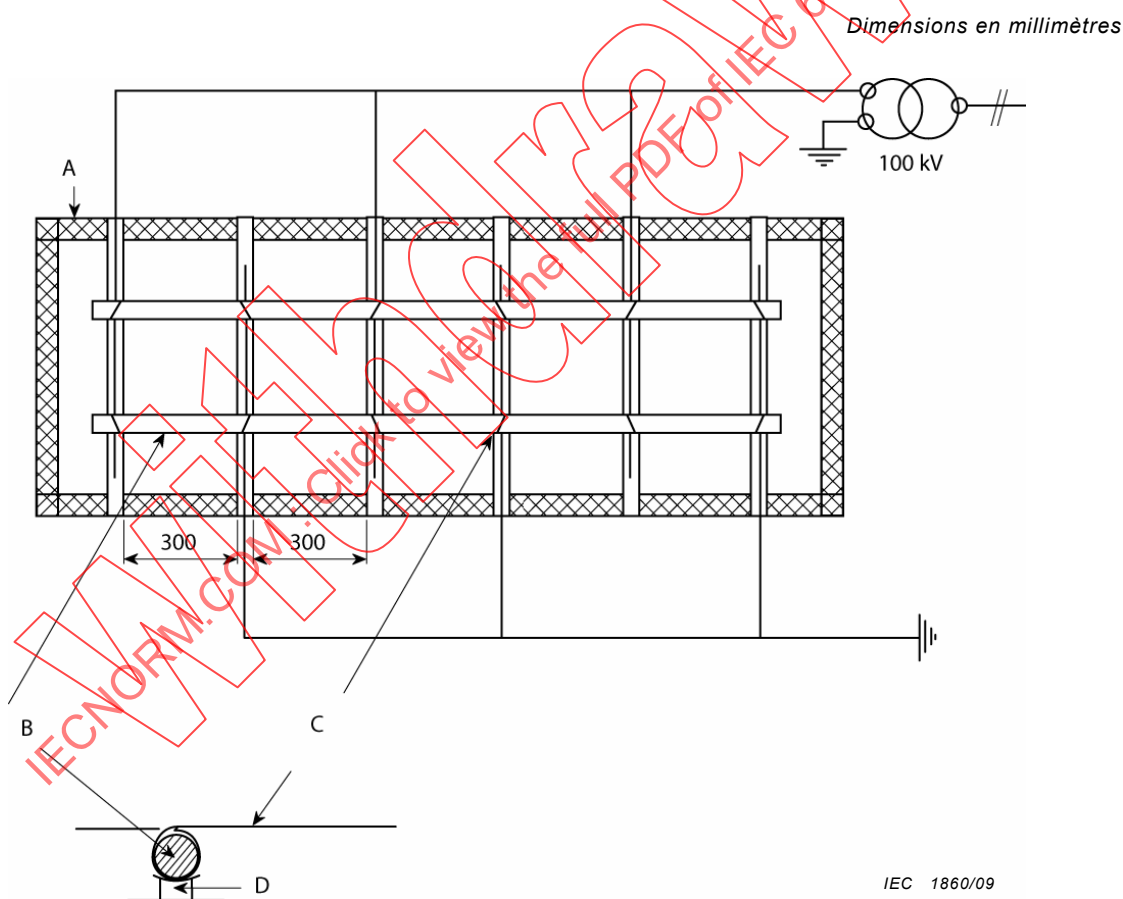
Le contrôle dimensionnel consiste à vérifier la conformité des diamètres par rapport au marquage, et la conformité aux exigences de tolérance selon 4.4.

Le contrôle dimensionnel doit être effectué sur chacune des longueurs initiales avant découpe des éprouvettes, aux extrémités et au centre.

5.4 Essais électriques

5.4.1 Essai diélectrique à sec

Un exemple de montage d'essai approprié est présenté à la Figure 1.



Légende

- A Table isolante
- B Tube ou tige à l'essai
- C Electrodes en câblette de largeur supérieure ou égale à 5 mm
- D Support métallique

Figure 1 – Essai diélectrique à sec – Montage typique d'essai

L'essai diélectrique doit être effectué conformément à la CEI 60060-1. Les tubes et les tiges doivent être soumis à une tension alternative à fréquence industrielle de 100 kV efficace, appliquée entre électrodes distantes de 30 cm, pendant 1 min.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les tubes et les tiges remplissent les conditions suivantes:

- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation;
- aucune trace visible de cheminements ou d'érosion de la surface;
- aucune augmentation de température supérieure à 2 °C.

A la fin de l'essai, la mesure de la température doit être réalisée en 2 min ou moins.

NOTE Une caméra infrarouge peut être utilisée pour mesurer la température de surface. Avant de procéder à la mesure, il convient de calibrer la caméra en fonction de l'éprouvette.

5.4.2 Essai diélectrique après exposition à l'eau

5.4.2.1 Conditionnement pour l'essai

5.4.2.1.1 Conditionnement humide

Avant l'essai, chaque éprouvette d'une longueur de 0,3 m doit être préparée en la nettoyant avec de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) et en la laissant sécher pendant au moins 15 min à l'air ambiant.

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

Les éprouvettes doivent être placées dans une enceinte et soumises au conditionnement suivant: 168 h/23C/93 %, selon le Tableau I de la CEI 60212.

Au terme de cette période de conditionnement, les éprouvettes doivent être retournées aux conditions ambiantes du local d'essai. Elles doivent être essuyées légèrement avec un chiffon non pelucheux propre et sec, leurs extrémités doivent être recouvertes de ruban adhésif conducteur, et elles doivent être soumises à l'essai immédiatement.

5.4.2.1.2 Conditionnement par immersion

Avant l'essai, chaque éprouvette d'une longueur de 0,3 m doit être préparée en la nettoyant avec de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) et en la laissant sécher pendant au moins 15 min à l'air ambiant.

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

Les éprouvettes doivent être conditionnées en les immergeant totalement pendant 24 h dans un réservoir d'eau du robinet ayant une conductivité minimale de 500 $\mu\text{S/cm}$, ou une résistivité maximale de 20 $\Omega\cdot\text{m}$, à 20 °C.

Au terme de cette période de conditionnement, les éprouvettes doivent être essuyées légèrement avec un chiffon non pelucheux propre et sec, et leurs extrémités recouvertes de ruban adhésif conducteur. Les éprouvettes doivent être essayées dès leur retour à la température ambiante du local d'essais.

5.4.2.2 Mesures

Le montage d'essai doit être conforme aux Figures 2, 3, 4 et 5. L'appareillage de mesure doit être éloigné d'au moins 2 m de la source de haute tension. L'ensemble des connexions, la résistance de mesure et l'éclateur optionnel doivent être blindés et mis à la terre. L'éprouvette doit être positionnée à environ 1 m du sol, au moyen d'un support isolant. Une tension de

100 kV efficace à fréquence industrielle doit être appliquée pendant 1 min entre les électrodes, selon la CEI 60060-1.

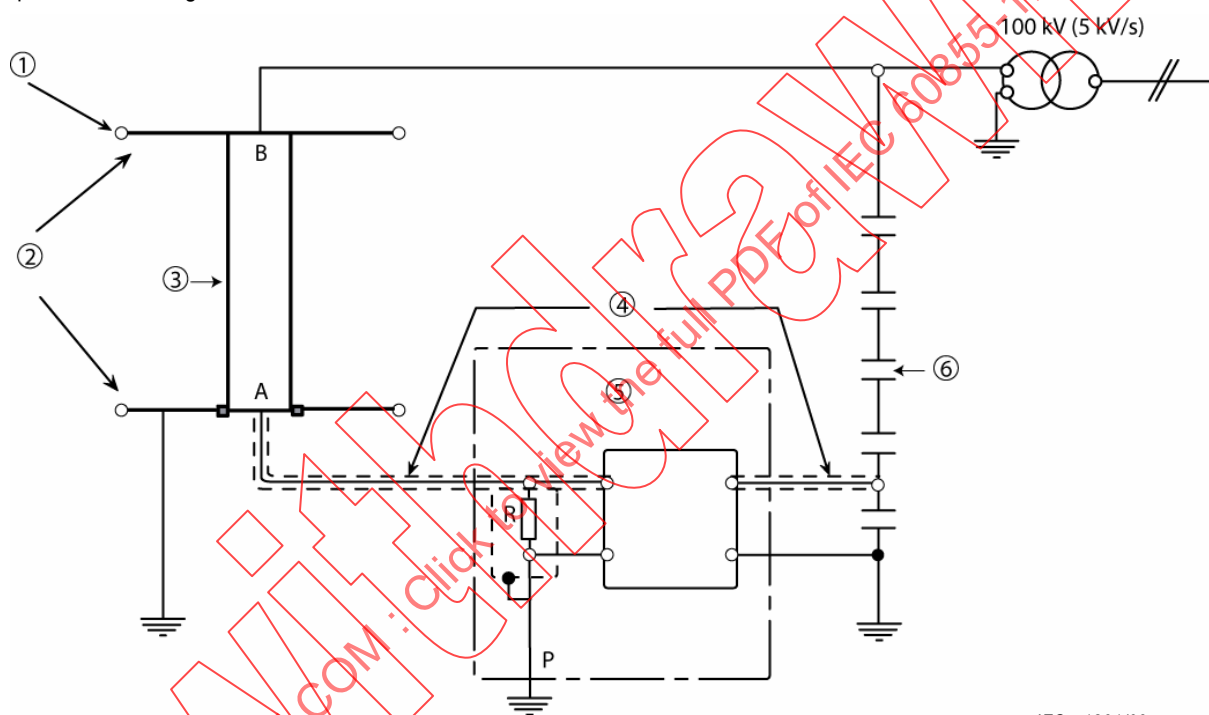
Le courant traversant l'éprouvette (l'électrode de garde, côté masse, étant directement mise à la terre) doit être mesuré. On appelle I le courant maximal enregistré pendant l'essai.

Le déphasage entre le courant et la tension doit être mesuré de la façon suivante:

- courant (côté masse), en se branchant aux bornes d'une impédance connue;
- tension (côté haute tension), en utilisant un diviseur approprié.

On appelle φ le déphasage minimal enregistré pendant l'essai.

NOTE Avant de placer l'éprouvette dans le montage d'essai, il convient d'effectuer des mesures de référence sans éprouvette et de consigner les valeurs du courant et du déphasage. Cet essai à vide aidera à vérifier la qualité du montage d'essai.



IEC 1861/09

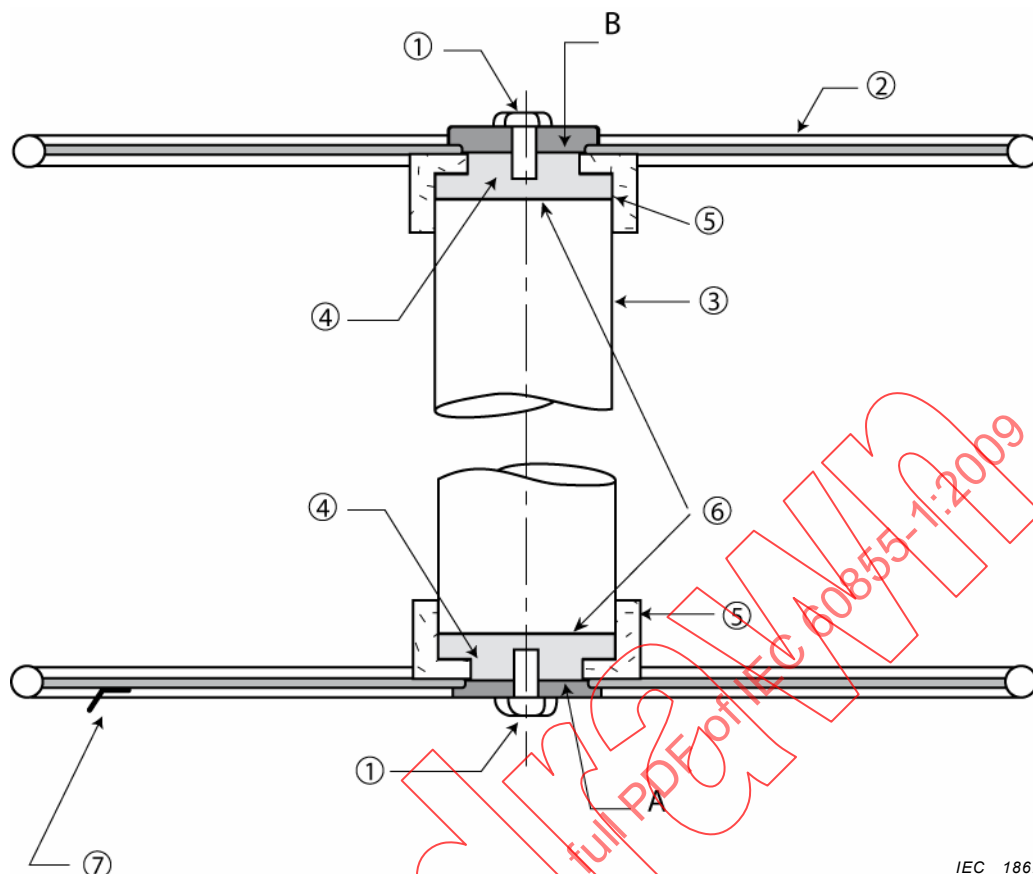
Légende

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 1 Tube continu soudé | 4 Câbles de connexion blindés |
| 2 Electrodes de garde | 5 Appareil de mesure |
| 3 Epreuve | 6 Diviseur capacitif (ou résistif) |

R La résistance entre les points A et P $\leq 10\,000\ \Omega$

La zone de mesure est située à 2 m au moins de toute source HT

Figure 2 – Essai diélectrique après exposition à l'eau – Schéma typique de montage



IEC 1862/09

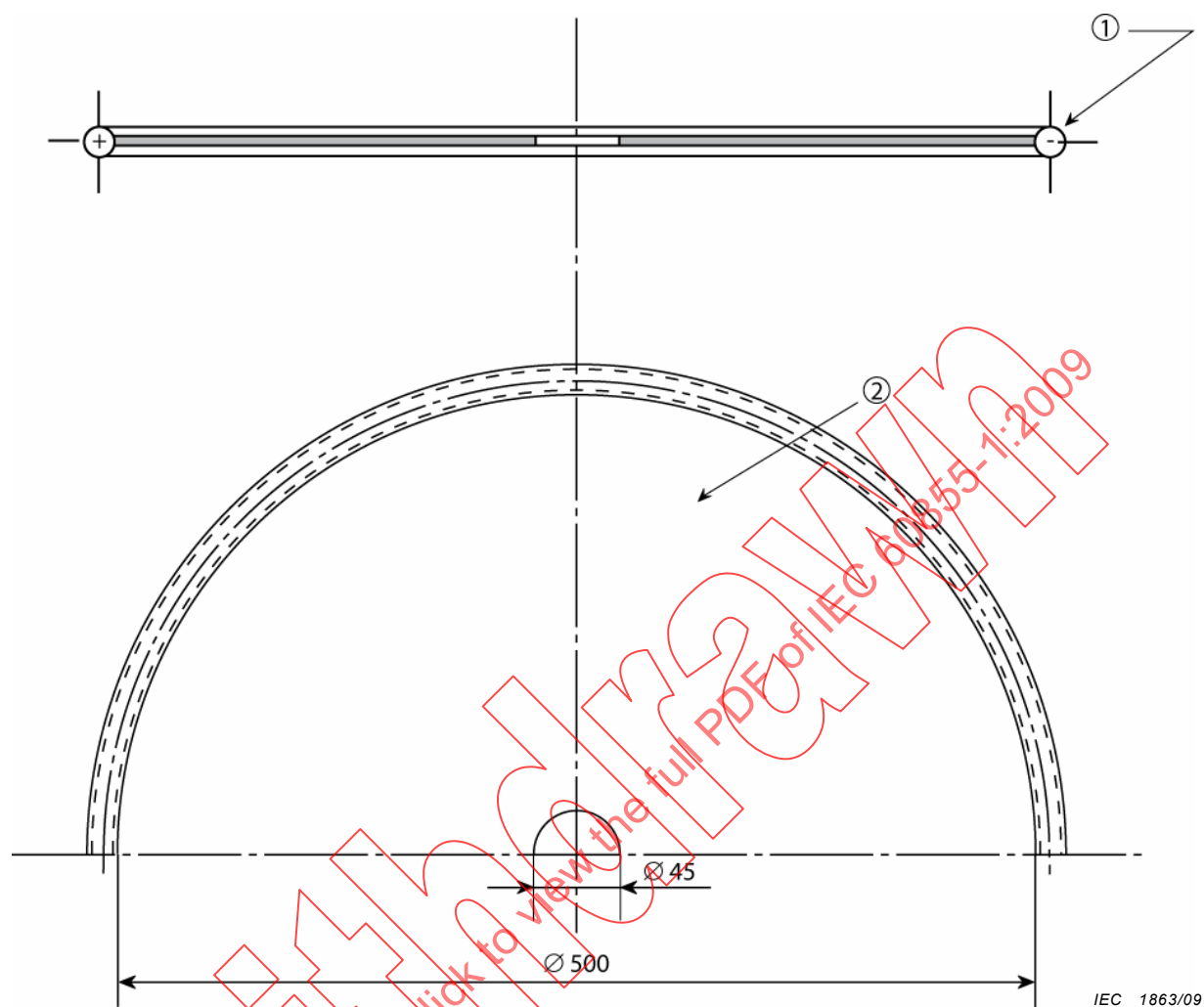
NOTE Les fiches bananes peuvent être remplacées par d'autres connecteurs électriques appropriés.

Légende

- | | |
|------------------------------------|--|
| A Matériau isolant | B Laiton |
| 1 Cosse pour fiche banane Ø 4 mm | 5 Support d'électrode |
| 2 Electrode de garde | 6 Contact maintenu par ruban adhésif conducteur |
| 3 Eprouvette de 300 mm de longueur | 7 Cosse pour fiche banane Ø 4 mm à souder sur électrode de garde |
| 4 Electrode en laiton | |

**Figure 3 – Essai diélectrique après exposition à l'eau –
Schéma de montage de l'éprouvette dans les électrodes de garde**

Dimensions en millimètres



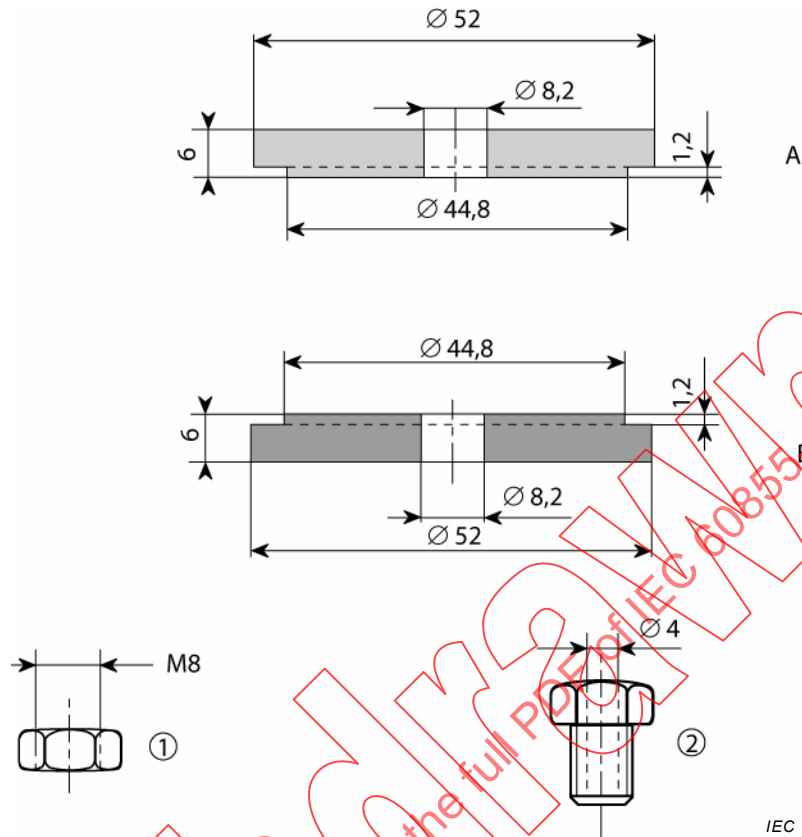
IEC 1863/09

Légende

- 1 Tube en cuivre $\varnothing$ 12 mm soudé sur la plaque de laiton
- 2 Epaisseur du laiton, 1,5 mm

Figure 4a – Dessin d'exécution des électrodes de garde (deux exemplaires requis)

Dimensions en millimètres



IEC 1864/09

Légende

- A Matériau isolant
- B Laiton
- 1 Deux écrous M8 en laiton pour tiges
- 2 Deux vis M8 X 10 en laiton percées à Ø 4 mm pour tubes

Figure 4b – Dessins d'exécution des pièces A et B

Figure 4 – Essai diélectrique après exposition à l'eau –
Dessins d'exécution des accessoires pour électrodes de garde et pièces

Dimensions en millimètres

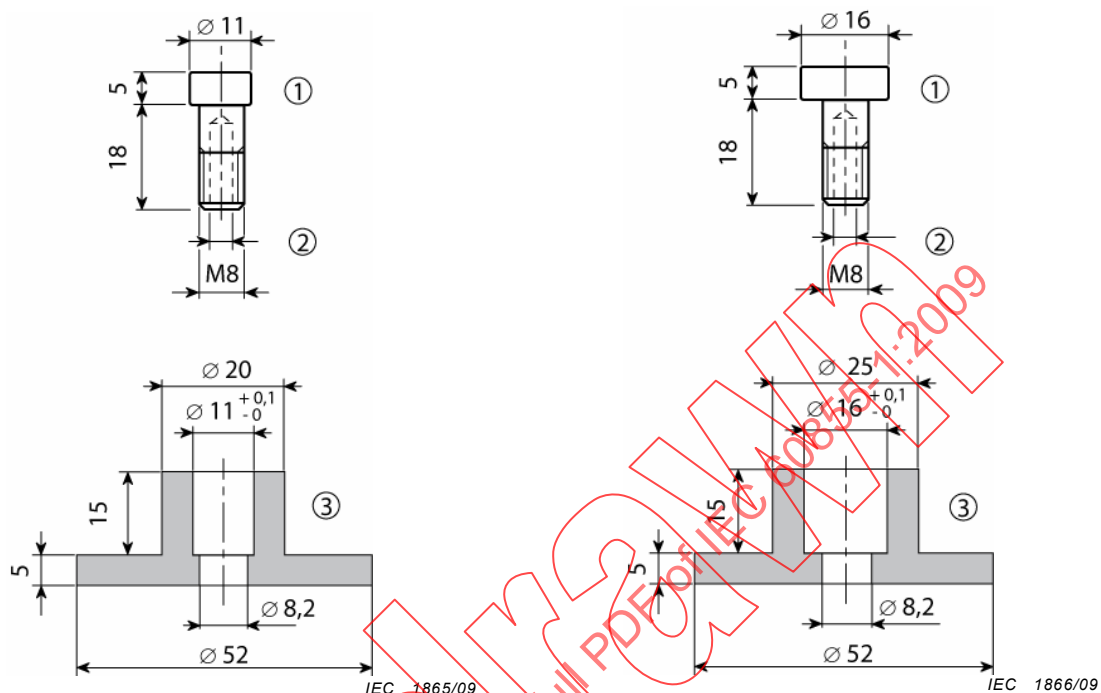


Figure 5a – Pour tige de 10 mm de diamètre

Figure 5b – Pour tige de 15 mm de diamètre

Dimensions en millimètres

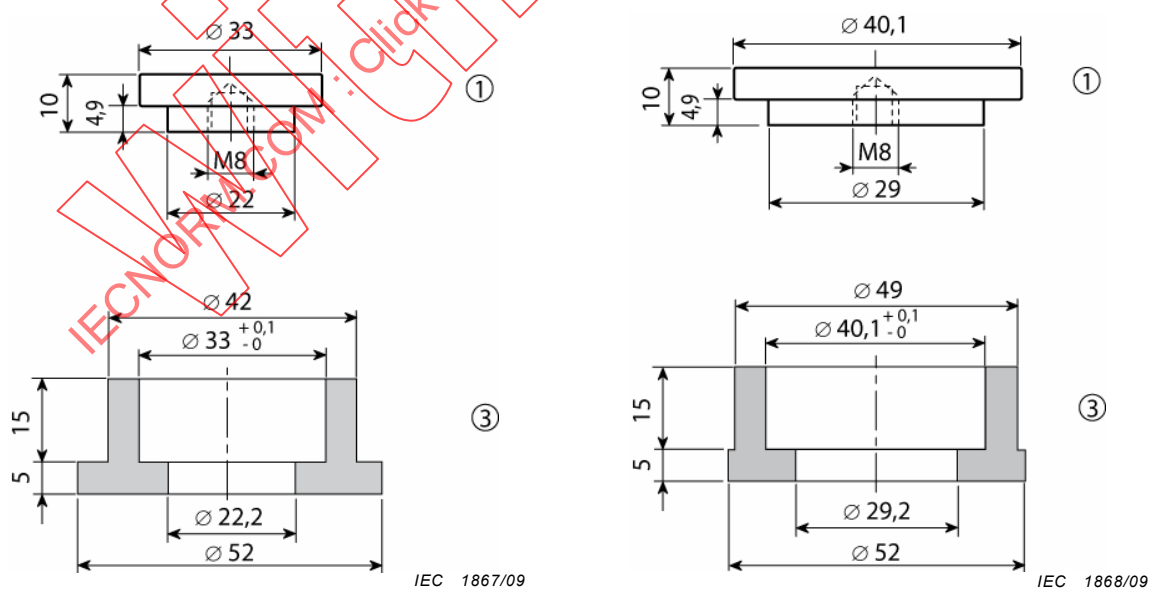


Figure 5c – Pour tube de 32 mm de diamètre

Figure 5d – Pour tube de 39 mm de diamètre

Figure 5 – Exemples de dessins d'exécution des accessoires pour électrodes de garde selon quelques diamètres d'éprouvettes

Dimensions en millimètres

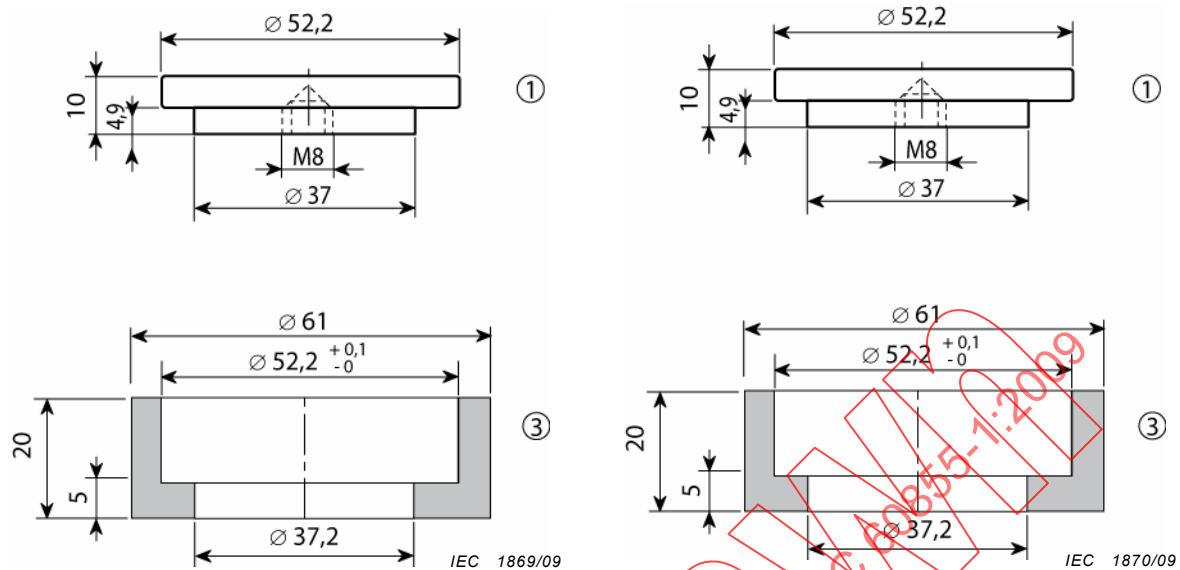


Figure 5e – Pour tube de 51 mm de diamètre

Figure 5f – Pour tube de 64 mm de diamètre

Dimensions en millimètres

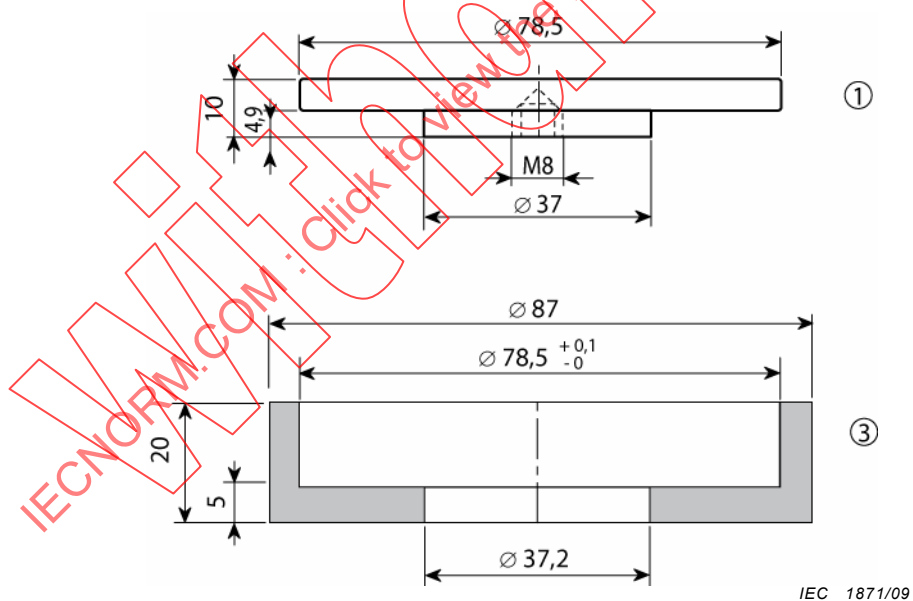


Figure 5g – Pour tube de 77 mm de diamètre

Légende

- 1 Deux électrodes en laiton
- 2 Trou $\varnothing 4$ mm pour fiche banane
- 3 Deux supports isolants

Figure 5 – (suite)

5.4.2.3 Résultats d'essai

Les courants prescrits sont donnés en valeurs efficaces.

L'essai doit être considéré comme satisfait si:

- le courant I n'est pas supérieur aux valeurs données au Tableau 2,
- le déphasage φ n'est pas inférieur à 50° ,
- au cours de l'essai, on ne constate sur aucune éprouvette, ni contournement, ni perforation.

Tableau 2 – Valeurs maximales du courant I

Diamètre extérieur mm	$d < 30$	$30 \leq d$
Limite supérieure du courant $\mu\text{A eff}$	$I < 48$	$I < \text{Arrondi à la plus proche valeur entière de } 0,35 \times d + 38$

5.4.3 Essai sous pluie

5.4.3.1 Conditions générales d'essai

Avant l'essai, chaque éprouvette doit être préparée en la nettoyant avec de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$) et en la laissant sécher pendant au moins 15 min à l'air ambiant.

Les électrodes doivent être constituées d'un fil souple d'aluminium ou de cuivre de 3 mm à 4 mm de diamètre, entourant l'éprouvette sur trois ou quatre tours, comme montré à la Figure 6a. Les électrodes doivent être placées symétriquement sur l'éprouvette et espacées de 1 m (voir Figure 6b).

NOTE Il convient que la surface des électrodes ne soit pas oxydée et, en cas de traitement anti-oxydation, que ce dernier ne modifie pas les caractéristiques de l'eau ruisselant sur le tube ou la tige.

Le montage d'essai doit être conforme à la Figure 6b. L'éprouvette doit être inclinée à 45° par rapport à la verticale. Une tension de 100 kV efficace à fréquence industrielle doit être appliquée entre les électrodes, selon la CEI 60060-1, pendant 1 h.

5.4.3.2 Caractéristiques d'aspersion

L'essai sous pluie doit être réalisé conformément à la procédure normalisée de l'essai sous pluie de la CEI 60060-1:

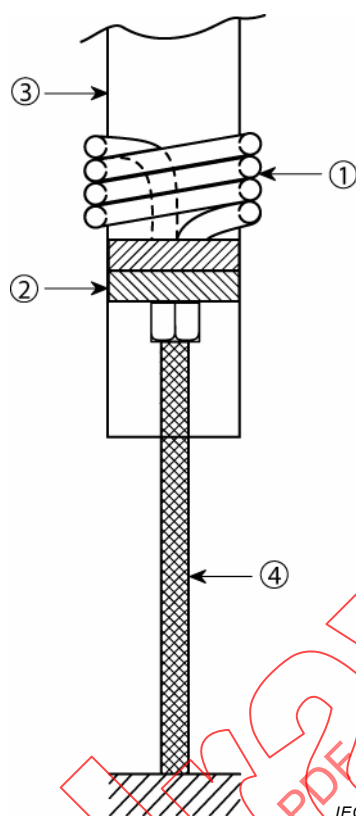
- taux d'aspersion moyen: 1,0 mm/min à 2,0 mm/min, $\pm 0,5$ mm/min,
- résistivité de l'eau recueillie, ramenée à 20°C : $100 \Omega \cdot \text{m} \pm 15 \Omega \cdot \text{m}$.

Contrairement aux exigences de la CEI 60060-1, l'aspersion doit démarrer immédiatement après établissement de la tension.

L'aspersion doit être telle qu'au voisinage de l'éprouvette l'eau doit tomber avec un angle de 90° par rapport à l'éprouvette, comme le montre la Figure 6b.

La température de l'eau doit être sensiblement identique à la température du local d'essai.

NOTE Comme la température ambiante peut changer plus rapidement que la température de l'eau, un écart de 3°C est accepté lors de la mesure.



Légende

- 1 Fil mou d'aluminium ou de cuivre de 3 mm à 4 mm de diamètre; 3 à 4 tours
- 2 Electrode fixée par un ruban adhésif
- 3 Eprouvette
- 4 Tresse de mise à la terre

Figure 6a – Détails de la disposition de l'électrode