

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Dielectric and resistive properties of solid insulating materials –
Part 3-3: Determination of resistive properties (DC methods) – Insulation
resistance**

**Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides –
Partie 3-3: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant
continu) – Résistance d'isolement**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Dielectric and resistive properties of solid insulating materials –
Part 3-3: Determination of resistive properties (DC methods) – Insulation
resistance**

**Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides –
Partie 3-3: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant
continu) – Résistance d'isolement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.99; 29.035.01

ISBN 978-2-8322-3024-4

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

CONTENTS

FOREWORD	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Significance	8
5 Method of test	9
5.1 General	9
5.2 Test conditions	9
5.2.1 Voltage	9
5.2.2 Electrode material	9
5.3 Equipment	10
5.3.1 General	10
5.3.2 Accuracy	10
5.3.3 Voltage source	10
5.4 Calibration	10
5.5 Test specimen	11
5.5.1 Dimensions of test specimen	11
5.5.2 Test specimen for insulating resistance between tapered pin electrodes	11
5.5.3 Test specimen for insulating resistance between bar electrodes	11
5.5.4 Manufacturing of test specimen	11
5.5.5 Number of test specimen	12
5.5.6 Conditioning and pre-treatment of test specimen	12
5.6 Electrode application	12
5.6.1 Application of tapered pin electrodes	12
5.6.2 Application of bar electrodes	13
5.7 Test procedure	14
5.8 Evaluation	14
5.8.1 Insulating resistance between tapered pin electrodes	14
5.8.2 Insulating resistance between bar electrodes	14
6 Test report	14
7 Repeatability and reproducibility	15
Bibliography	16
Figure 1 – Pin electrode arrangements	6
Figure 2 – Bar electrode arrangement	7
Figure 3 – Specimen for measurement of the insulation resistance R_I between plugs	13
Table 1 – Composition of electrode steel	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES
OF SOLID INSULATING MATERIALS –****Part 3-3: Determination of resistive properties (DC methods) –
Insulation resistance**

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 62631-3-3 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

This first edition cancels and replaces the first edition of IEC 60167, published in 1964, and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the first edition of IEC 60167:

- a) IEC 60167 has been completely revised, both editorially and technically, and incorporated into the new IEC 62631 series;
- b) test methods have been updated to current day state of the art.

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

FDIS	Report on voting
112/341/FDIS	112/352/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 in the IEC 62631 series, published under the general title *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-3:2015

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 3-3: Determination of resistive properties (DC methods) – Insulation resistance

1 Scope

This part of IEC 62631 covers methods of test for the determination of the insulation resistance of electrical insulating materials or insulating systems by applying DC voltage.

2 Normative references

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

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

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens*

ISO 2339, *Taper pins, unhardened*

ISO 3465, *Hand taper pin reamers*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

electrode arrangement

arrangement of two electrically conductive bodies in contact with the surface and the bulk volume of a test specimen

3.1.1

tapered pin electrodes

electrode arrangement using tapered pin electrodes

Note 1 to entry: See Figure 1.

3.1.2

bar electrodes

electrode arrangement using bar electrodes

Note 1 to entry: See Figure 2.

Technical drawing of a mechanical part showing two views: a top view and a front view.

Top View: A rectangle with two circular holes. The distance between the centerlines of the holes is 25 ± 1 mm. The distance from the left edge to the center of the first hole is 25 min. mm. The distance from the center of the second hole to the right edge is 25 min. mm. The total width of the rectangle is 75 min. mm.

Front View: A rectangle with two vertical slots. The distance between the centerlines of the slots is 25 ± 1 mm. The distance from the left edge to the center of the first slot is 25 min. mm. The distance from the center of the second slot to the right edge is 25 min. mm. The total width of the rectangle is 75 min. mm.

IEC

Figure 1a – Test specimen arrangement for plates

The diagram illustrates the orthographic projection of a mechanical component, likely a pulley or a flange, showing three views: front, top, and side.

Front View (Left): A rectangle representing the front of the part. It features a horizontal centerline and a vertical centerline. Two circles, representing holes, are positioned symmetrically about the vertical centerline. A dimension line indicates a distance of 60 mm between the vertical centerlines of these two holes.

Top View (Right): A circular view showing the top of the part. It consists of an outer circle and an inner circle, representing concentric features. A rectangular feature, possibly a slot or a mounting flange, is shown extending from the right side of the outer circle. A dimension line indicates a distance of 20 mm from the vertical centerline to the right edge of this rectangular feature.

Side View (Bottom): A circular view showing the side of the part. It features a horizontal centerline and a vertical centerline. A rectangular feature is shown extending from the left side of the circle, centered vertically.

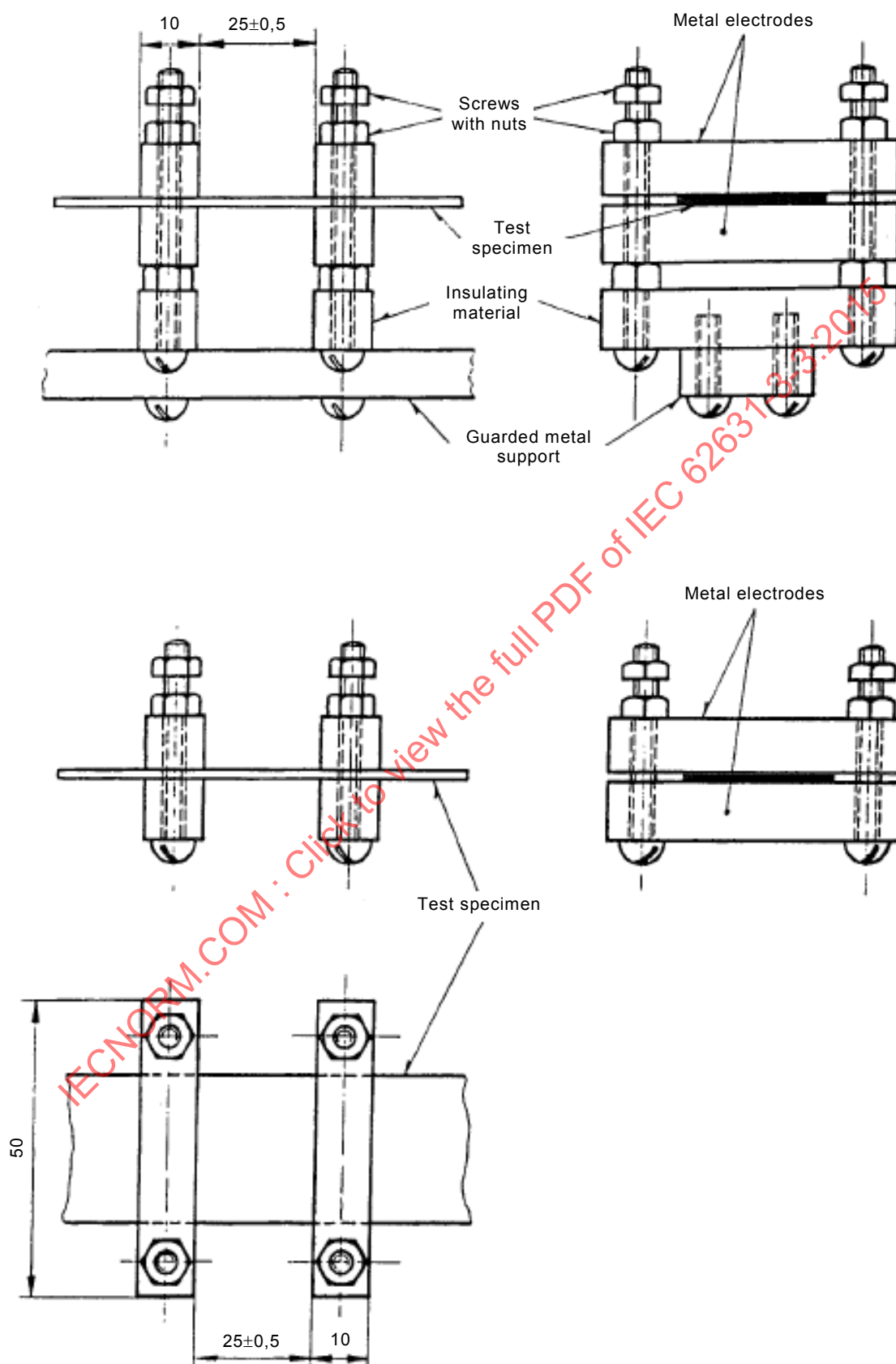
Dimensions:

- 60 mm: Distance between the vertical centerlines of the two holes in the front view.
- 20 mm: Distance from the vertical centerline to the right edge of the rectangular feature in the top view.

IEC

Figure 1b – Test specimen arrangement for pipes and rods

Figure 1 – Pin electrode arrangements

Dimensions in millimetres

IEC

Figure 2 – Bar electrode arrangement

3.2

measured resistance

ratio of DC voltage applied to an electrode arrangement in contact with a test specimen to the current between them measured with sufficient precision

Note 1 to entry: A Wheatstone bridge may also be used to compare the measured resistor with a standard resistor. However, Wheatstone bridges are not commonly used anymore.

Note 2 to entry: According to IEC 60050-121[1]¹: Electromagnetism, “conductivity” is defined as “scalar or tensor quantity the product of which by the electric field strength in a medium is equal to the electric current density” and “resistivity” as “the inverse of the conductivity when this inverse exists”. Measured in this way, the insulating resistance is an average of the integrated resistivity over possible heterogeneities in the volume incorporated in the measurement; it includes the effect of possible polarization phenomena at the electrodes.

3.3

insulation resistance

R_I

measured resistance between any electrode arrangement defined by this standard

Note 1 to entry: Dependent on the electrode arrangement used it is designated as R_{IT} or R_{IB} , with insulation resistance, R_I expressed by the unit Ω .

3.3.1

R_{IT}

insulation resistance between tapered pin electrodes

measured resistance using the tapered pin electrode arrangement in contact with a test specimen defined by this standard

Note 1 to entry: Tapered pin electrodes are mainly in contact with the bulk volume of the test specimen but the surface also contributes to the measured insulation resistance.

3.3.2

R_{IB}

insulation resistance between bar electrodes

measured resistance using the bar electrode arrangement in contact with a test specimen defined by this standard

Note 1 to entry: Bar electrodes are mainly in contact with the surface of the test specimen but the bulk volume also contributes to the measured insulation resistance.

4 Significance

Insulating materials are used in general to electrically isolate components of an electrical system from each other and from earth. Solid insulating materials can also provide mechanical support. For these purposes it is generally desirable to have the insulation resistance as high as possible, consistent with acceptable mechanical, chemical and heat resistance properties.

Insulation resistance R_I is defined in this standard in two distinct ways: between tapered pin electrodes R_{IT} , and between bar electrodes R_{IB} .

NOTE 1 Determination of R_{IT} and R_{IB} on one and the same insulating material does not lead to comparable results.

Both are to be regarded as technical useful quantities, characterizing the overall resistive properties of an electrical insulating material or a product made from it. Insulation resistance contains both, volume resistance (see IEC 62631-3-1[2]) and surface resistance (see IEC 62631-3-2[3]) in differing portions, dependent on the specimen under test and its condition.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

NOTE 2 In the past, resistance measured between specified line electrodes had also been designated as insulating resistance. This kind of resistance can be found as surface resistance between line electrodes R_{SD} in IEC 62631-3-2.

To achieve comparable results, insulating resistance shall be measured under fixed geometrical conditions, as stipulated in this standard. Under these conditions, it may be used to compare different insulating materials or products, considering that this approach only permits a simplified classification.

NOTE 3 Insulating resistance R_i defined by this standard is not identical with the resistances between conducting bodies within electric equipment, separated by electrical insulating materials. However, it can be useful for basic design considerations.

5 Method of test

5.1 General

The measurement of insulation resistances shall be carried out carefully and with due consideration for the electric properties of the measuring circuit as well as the specific electric properties of the material.

To carry out the test, in most cases the use of high voltages is necessary. Care shall be taken, to prevent from electric shock.

Polarization effects may influence the measurement. Therefore it is not acceptable to achieve the measured resistance twice in two consecutive experiments without a sufficient space of time in between.

NOTE For materials with an insulating resistance of not more than $10^{12} \Omega$, a period of 1 h after voltage application might be sufficient.

5.2 Test conditions

5.2.1 Voltage

The measuring voltage shall preferably be

10 V, 100 V, 500 V, 1 000 V, 10 000 V.

Other voltages may be applicable. If not otherwise stipulated, a voltage of 100 V shall be used.

NOTE 1 Partial discharges can lead to erroneous measurements when a specific inception voltage is exceeded. In air, below 340 V no partial discharges will occur.

NOTE 2 The ripple of the voltage source is important. A typical value for 100 V is $<5 \times 10^{-5}$ peak to peak.

5.2.2 Electrode material

Stainless steel with the composition as given in Table 1, shall be used as the electrode material. Other materials are acceptable if their equivalence has been proven.

Table 1 – Composition of electrode steel

Chemical elements	Content %
C	Max. 0,07
Si	Max. 1,00
Mn	Max. 2,00
P	Max. 0,045
S	Max. 0,015
N	Max. 0,11
Cr	17,00 to 19,50

NOTE This steel is known as X5CrNi18-10, as stipulated in EN 10088-2[4]. The grade is also known as material number 1.4301. A similar grade with slightly other composition is known as AISI 304. For further information see [5] and [6].

When using bar electrodes for the determination of insulating resistance, in case of rigid test specimen, a tin foil (99 % tin) shall be used to provide proper contact.

5.3 Equipment

5.3.1 General

Care should be taken that the insulating resistance is not negatively influenced by parasitic resistances parallel to the electrode arrangement, such as the resistance of test supports or cable isolation.

To prevent measuring errors for measured resistances higher than $10^{10} \Omega$, shielded cables and shielded measuring cabinets shall be used.

5.3.2 Accuracy

Any suitable equipment may be used. The measuring device should be capable of determining the unknown resistance with an overall accuracy of at least:

- ± 10 % for resistance below $10^{10} \Omega$,
- ± 20 % for resistance between $10^{10} \Omega$ and $10^{14} \Omega$,
- ± 50 % for values higher than $10^{14} \Omega$.

5.3.3 Voltage source

A source of very steady direct voltage is required. This can be provided either by batteries or by rectified and stabilized power supply. The degree of stability required is such that the change in current due to any change in voltage is negligible compared with the current to be measured.

5.4 Calibration

The equipment shall be calibrated in the magnitude of the volume resistance measured.

NOTE Calibration resistors in the range up to 100 T Ω are commercially available.

5.5 Test specimen

5.5.1 Dimensions of test specimen

As insulation resistance combines volume and surface properties of an insulating material, the dimensions of a test specimen will influence the results, because the ratio between volume and surface may differ.

In case of doubt, the dimension shall be agreed with the customer. Unless otherwise stipulated in the relevant product standard, the following dimensions for test specimen are recommended.

5.5.2 Test specimen for insulating resistance between tapered pin electrodes

5.5.2.1 Sheet materials

The sheet materials shall measure $\geq 60 \text{ mm} \times \geq 15 \text{ mm} \times$ sheet thickness (see Figure 1 and Figure 3).

5.5.2.2 Pipes, bars and rods

These shall comprise $\geq 60 \text{ mm}$ long sections from the cross-section of the product (see Figure 1).

In the case of pipes, at larger outer diameters than 110 mm, subsections $\geq 60 \text{ mm} \times \geq 15 \text{ mm} \times$ wall thickness may be cut from the pipe. In case of doubt, the measurement should be carried out on the complete pipe.

5.5.2.3 Any other shapes

Specimen shall be taken as appropriate.

5.5.3 Test specimen for insulating resistance between bar electrodes

5.5.3.1 Tapes, strips and thin rods

These shall comprise $\geq 50 \text{ mm}$ long sections, $\leq 25,5 \text{ mm}$ in width, cut from the product.

5.5.3.2 Any other shapes

Specimen shall be taken as appropriate.

5.5.4 Manufacturing of test specimen

The removal, production and shape of the test specimen shall be determined by the relevant standards for the material. During removal and production of the specimen the condition of the material shall not be changed and the specimen removed shall not be damaged.

If the surface of the test specimen is machined at the contact areas of the electrodes, the type of machining shall be specified in the test report. The test specimen shall have a geometrically simple shape (plate with parallel measuring areas, cylinder etc.).

In case of insulating resistance between tapered pin electrodes, the necessary holes shall be drilled with a diameter of $5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,1 \end{smallmatrix} \text{ mm}$ of the drill. For reinforced materials a drill made from sintered metal may be useful.

Specimen from products shall be prepared with the product thickness, if possible

5.5.5 Number of test specimen

The number of specimen to be tested shall be determined by the relevant product standards. If no such data is available, at least three specimen shall be tested.

5.5.6 Conditioning and pre-treatment of test specimen

Conditioning and any other pre-treatment of the test specimen shall be carried out according to the relevant product standard.

If no product standard exists, conditioning shall be realised for at least 4 days at 23 °C and 50 % RH according to IEC 60212 (standard climate B).

In case of tapered pin electrodes the conditioning shall be done without inserted plugs.

If not otherwise stipulated, no cleaning of the test specimen shall be done. Any additional contamination shall be avoided.

5.6 Electrode application

5.6.1 Application of tapered pin electrodes

5.6.1.1 General

Two metal taper pins of Type A – 5 × 50 (diameter of 5 mm and taper 1:50), according to ISO 2339, arranged in parallel, shall be used as plug electrodes.

Unless otherwise specified, two continuous holes with a diameter of 5 mm and (25 ± 1) mm between the centres shall be drilled in the test specimen at right angles to the surface to receive the plug electrodes.

If it is not ensured that the tapered pins fit tightly in the holes, two holes with a diameter of 5 mm and (25 ± 1) mm between the centres should be drilled at right angles to the surface to a depth of about two-thirds of the thickness of the material, but at least to a depth of 10 mm. These holes should be coated with graphite or conductive silver paint.

The holes can also be processed into moulded specimen. Both holes shall be reamed in the opposite direction with a taper pin reamer according to ISO 3465 with a nominal diameter of 5 mm and the pins inserted with a tight fit.

After conditioning or any other pre-treatment the tapered pins shall be inserted with a tight fit in the holes.

5.6.1.2 Sheet materials

The holes shall be drilled on the longitudinal centre line of the specimen area, i.e. symmetrical with the centre of the longitudinal centre line (see Figure 1 and Figure 3).

5.6.1.3 Pipes, bars and rods

The holes shall be drilled on the longitudinal centre line on the sections, i.e. symmetrically with the longitudinal centre line (see Figure 1 and Figure 3, where appropriate).

5.6.1.4 Any other shapes

The holes shall be drilled at a point where the specified distance between the hole centres can be observed on a straight line.

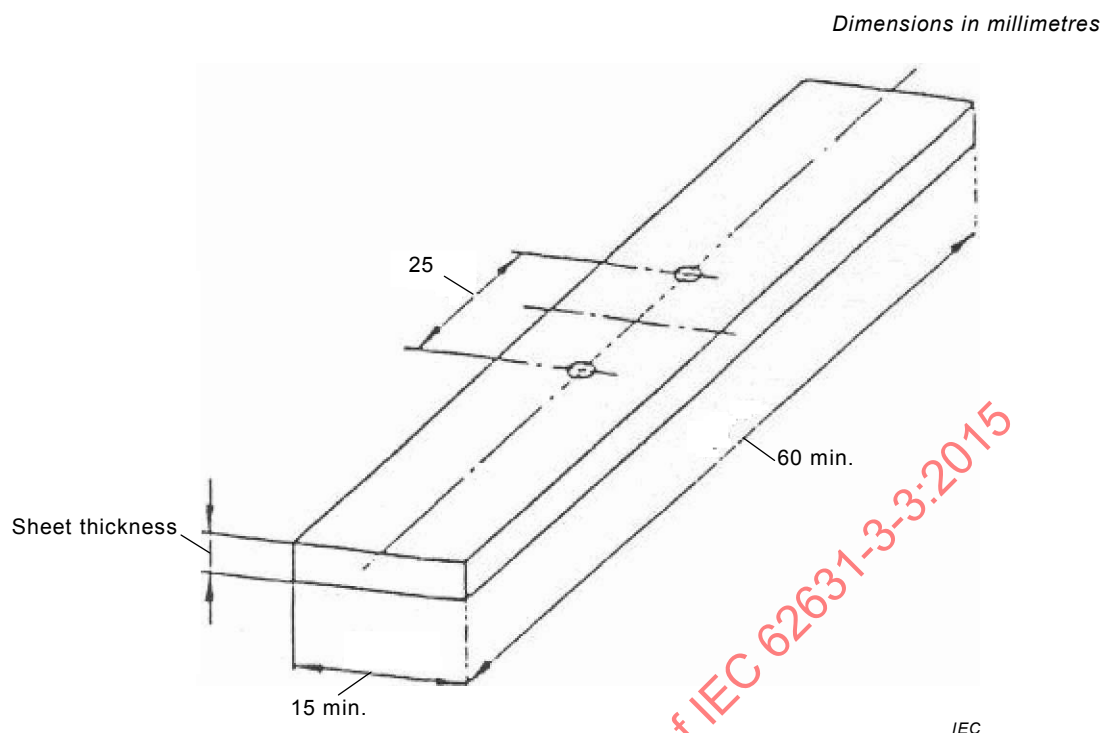


Figure 3 – Specimen for measurement of the insulation resistance R_i between plugs

5.6.2 Application of bar electrodes

5.6.2.1 General

The bar electrodes form like two clamps 10 mm × 10 mm × 50 mm, which are fixed by screws and nuts (see Figure 2). They are to be fixed in a distance of 25 mm between their inner edges on the test specimen.

It is recommended to use a guarded metal support for the electrodes. This support shall be connected to the electrodes by means of a insulating material with a volume resistance larger than $10^{12} \Omega\text{m}$. The guarding of the metal support shall provide that no current flowing in parallel to the test specimen will influence the measurement (see 5.3).

If no guarded metal support is used, the test specimen shall be placed on an insulating plate with a volume resistance larger than $10^{15} \Omega\text{m}$.

NOTE Insulating materials such as polytetrafluoroethylene can be useful.

5.6.2.2 Tapes, strips and thin rods

A smooth contact shall be provided, comprising the complete surface area in touch with the bar electrodes. In the case of rigid specimen, a tin foil (see 5.2.2) shall be placed between the bar electrodes and the specimen's surface. The tin foil, however, shall not protrude out of the bar electrodes.

After conditioning or any other pre-treatment of the specimen, it shall be placed in between the bar electrode arrangement. The screws shall be tightened carefully in a diagonal sequence to avoid damage of the test specimen, but with sufficient torque to provide a proper contact. In case of doubt, comparison tests shall be carried out.

5.6.2.3 Any other shapes

To be agreed with the customer.

5.7 Test procedure

Unless otherwise agreed, the measurement shall be conducted in normal air at 23 °C and 50 % RH according to IEC 60212 (standard climate B).

If the temperature-dependence of the insulation resistance is to be determined, the measurements on the test specimen shall be conducted in a heating cabinet according to IEC 60216-4-1.

The specimen shall be conditioned and pre-treated according to 5.5.6. Immediately after the treatment, the electrodes shall be applied.

The test specimen shall be placed on an insulating underlay.

Subsequently, but no more than 2 min after finishing the conditioning or pre-treatment, the insulating resistance R_I shall be determined between the electrodes. If not otherwise stipulated, it shall be measured 1 min after voltage application.

5.8 Evaluation

5.8.1 Insulating resistance between tapered pin electrodes

$$R_{IT} = R_I \quad (1)$$

The insulating resistance between tapered pin electrodes R_{IT} shall be specified in Ω .

5.8.2 Insulating resistance between bar electrodes

$$R_{IB} = R_I \quad (2)$$

The insulating resistance between bar electrodes R_{IB} shall be specified in Ω .

6 Test report

The report shall include the following:

- complete identification and description of the material tested, including source and manufacturer's code;
- shape and thickness of test specimen (if the sample was cut out from a larger product such as a pipe);
- test voltage;
- accuracy of the instrument and calibration method, depending on the measured values of resistance;
- curing conditions of the material and any pre-treatment;
- conditioning of samples and climatic conditions under test;
- description of test set-up and instrument used for the test;
- number of samples;
- date of test;
- electrode system (tapered pin or bar electrodes);

- each single value and the median of the insulating resistance between tapered pin electrodes or bar electrodes respectively;
- ambient conditions during testing;
- any other important observations, if applicable.

7 Repeatability and reproducibility

Measurements of insulation resistance are dependent on numerous aspects. Experiences have shown that the reproducibility is in the range of >50 %. (of the measured value).

The repeatability is between 20 % and 50 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-3:2015

Bibliography

- [1] IEC 60050-121, *International electrotechnical vocabulary – Part 121: Electromagnetism*
- [2] IEC 62631-3-1, *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 3-1: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume resistance and volume resistivity²*
- [3] IEC 62631-3-2, *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 3-2: Determination of resistive properties (DC methods) – Surface resistance and surface resistivity²*
- [4] EN 10088-2, *Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes*
- [5] BRINGAS, John E., *Handbook of comparative world steel standards*, 4th ed. ASTM data series DS67C. ISBN 978-0-8031-6223-5
- [6] *Stahlschlüssel-Taschenbuch 2013: Wissenswertes über Stähle*, ISBN: 3922599281

² To be published.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-3:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	21
4 Signification.....	24
5 Méthode d'essai	25
5.1 Généralités	25
5.2 Conditions d'essai.....	25
5.2.1 Tension	25
5.2.2 Matériau des électrodes	25
5.3 Appareillage.....	26
5.3.1 Généralités	26
5.3.2 Précision	26
5.3.3 Source de tension.....	26
5.4 Étalonnage	26
5.5 Spécimens d'essai	27
5.5.1 Dimensions des spécimens d'essai.....	27
5.5.2 Spécimens d'essai pour la résistance d'isolement entre des électrodes en forme de broches coniques	27
5.5.3 Spécimens d'essai pour la résistance d'isolement entre des électrodes en forme de barrettes	27
5.5.4 Fabrication des spécimens d'essai.....	27
5.5.5 Nombre de spécimens d'essai	28
5.5.6 Conditionnement et prétraitement des spécimens d'essai	28
5.6 Application d'électrodes	28
5.6.1 Application d'électrodes en forme de broches coniques	28
5.6.2 Application d'électrodes en forme de barrettes	29
5.7 Procédure d'essai	30
5.8 Evaluation.....	30
5.8.1 Résistance d'isolement entre des électrodes en forme de broches coniques.....	30
5.8.2 Résistance d'isolement entre des électrodes en forme de barrettes	30
6 Rapport d'essai	30
7 Répétabilité et reproductibilité	31
Bibliographie.....	32
Figure 1 – Arrangements d'électrodes en forme de broches	22
Figure 2 – Arrangement d'électrodes en forme de barrettes	23
Tableau 1 – Composition de l'acier des électrodes.....	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES
DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –****Partie 3-3: Détermination des propriétés résistives
(méthodes en courant continu) – Résistance d'isolement**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62631-3-3 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60167 parue en 1964 dont elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la première édition de l'IEC 60167:

- a) l'IEC 60167 a été entièrement révisée tant au plan rédactionnel que technique et insérée dans la nouvelle série IEC 62631;
- b) les méthodes d'essai ont été adaptées à l'état actuel de la technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
112/341/FDIS	112/352/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62631, publiées sous le titre général *Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-3:2015

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 3-3: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant continu) – Résistance d'isolement

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62631 couvre des méthodes d'essai pour déterminer la résistance d'isolement des matériaux isolants électriques ou des systèmes d'isolation en appliquant une tension continue.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens* (disponible en anglais seulement)

ISO 2339, *Goupilles de position coniques non trempées*

ISO 3465, *Alésoirs à main pour trous de goupilles coniques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

arrangement d'électrodes

arrangement de deux corps électriquement conducteurs en contact avec la surface et le volume apparent d'un spécimen d'essai

3.1.1

électrodes en forme de broches coniques

arrangement d'électrodes utilisant des électrodes en forme de broches coniques

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1.

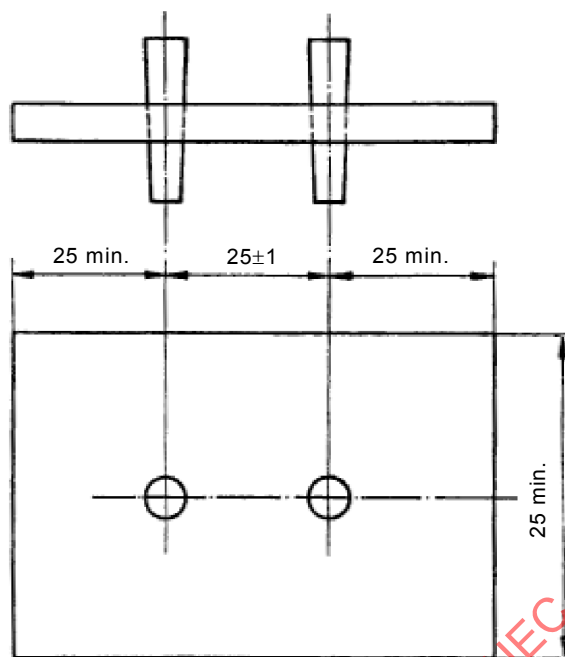
3.1.2

électrodes en forme de barrettes

arrangement d'électrodes utilisant des électrodes en forme de barrettes

Note 1 à l'article: Voir la Figure 2.

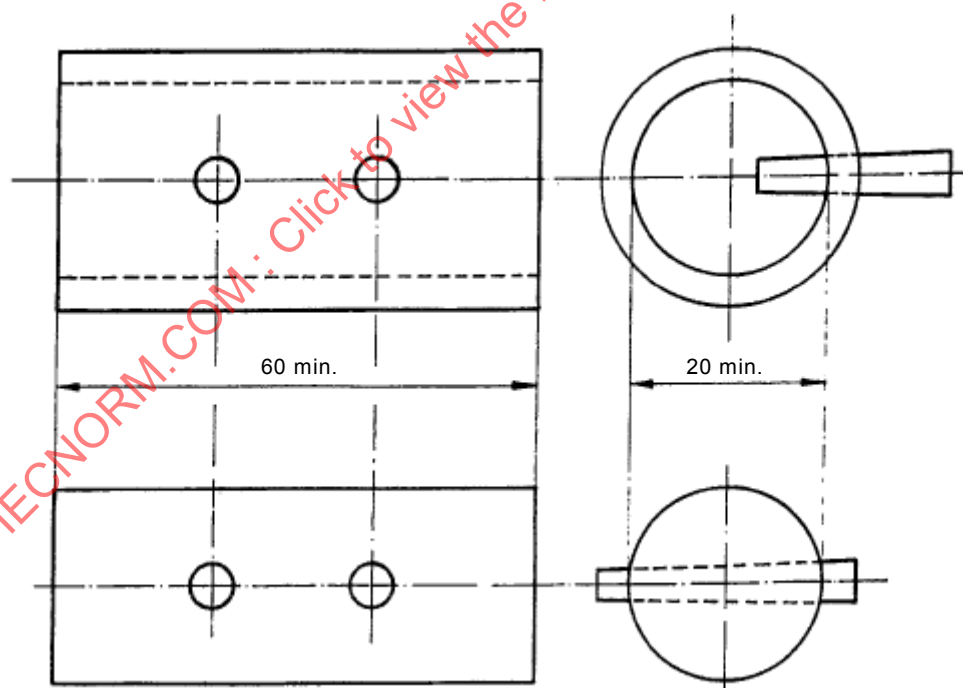
Dimensions en millimètres



IEC

Figure 1a – Arrangement de spécimen d'essai pour plaques

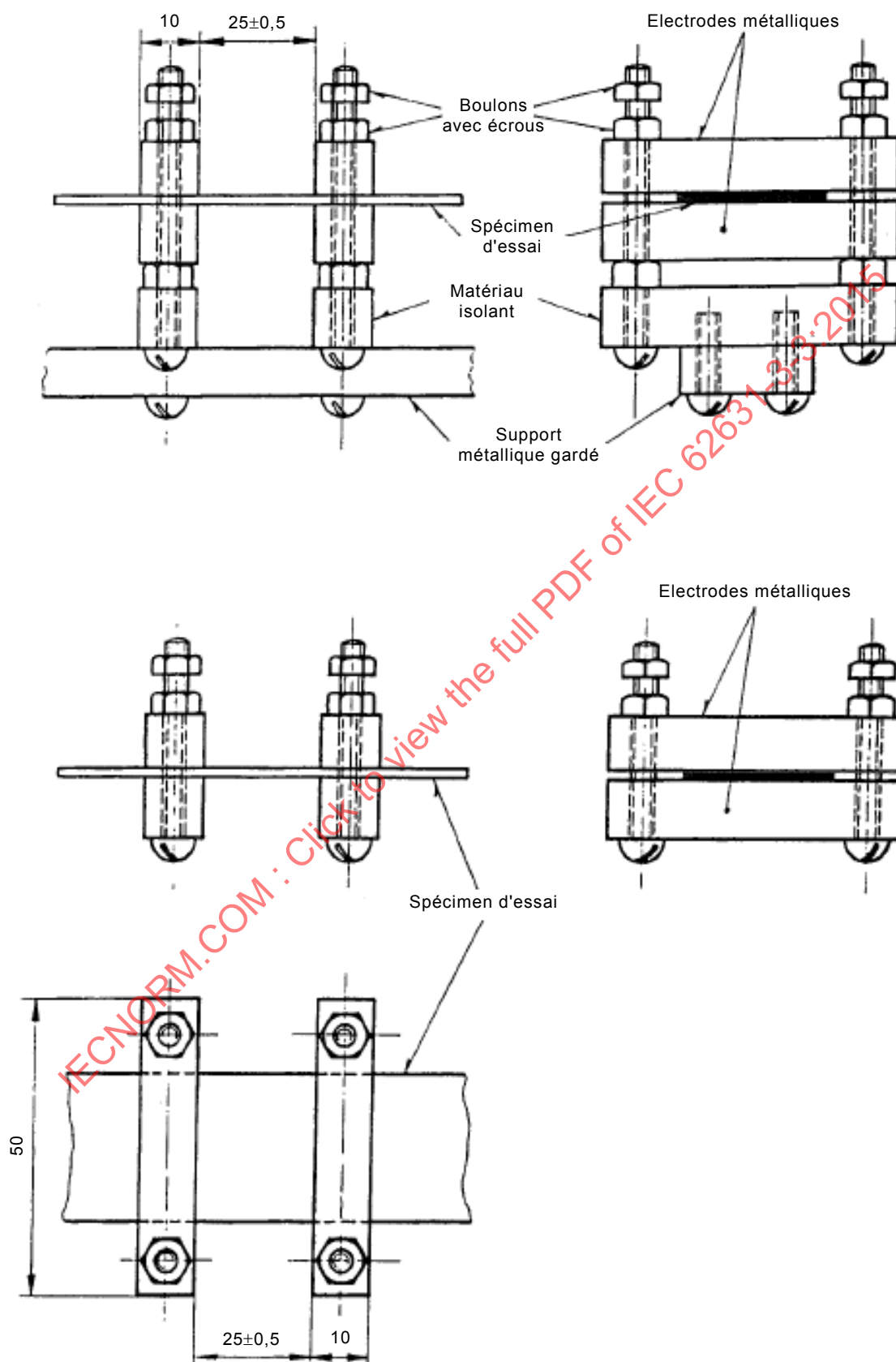
Dimensions en millimètres



IEC

Figure 1b – Arrangement de spécimen d'essai pour tubes et tiges

Figure 1 – Arrangements d'électrodes en forme de broches

Dimensions en millimètres

IEC

Figure 2 – Arrangement d'électrodes en forme de barrettes

3.2

résistance mesurée

rapport entre une tension continue appliquée à un arrangement d'électrodes en contact avec un spécimen d'essai et le courant traversant les électrodes mesuré avec une précision suffisante

Note 1 à l'article: Un pont de Wheatstone peut également être utilisé pour comparer la résistance mesurée à une résistance normalisée. Toutefois, les ponts de Wheatstone ne sont plus couramment utilisés.

Note 2 à l'article: Conformément à l'IEC 60050-121[1]¹: Electromagnétisme, la "conductivité" est définie comme "la grandeur scalaire ou tensorielle dont le produit par le champ électrique dans un milieu est égal à la densité de courant électrique", et la "résistivité" est définie comme "l'inverse de la conductivité lorsque cet inverse existe". Mesurée ainsi, la résistance d'isolement est une moyenne de la résistivité intégrée sur les hétérogénéités éventuelles dans le volume incluses dans la mesure, et comprend l'effet d'éventuels phénomènes de polarisation au niveau des électrodes.

3.3

résistance d'isolement

R_I

résistance mesurée entre n'importe quel arrangement d'électrodes défini par la présente norme

Note 1 à l'article: En fonction de l'arrangement d'électrodes utilisé, elle s'appelle R_{IT} ou R_{IR} , où la résistance d'isolement R_I s'exprime en Ω .

3.3.1

R_{IT}

résistance d'isolement entre des électrodes en forme de broches coniques

résistance mesurée à l'aide de l'arrangement d'électrodes en forme de broches coniques en contact avec un spécimen d'essai défini par la présente norme

Note 1 à l'article: Les électrodes en forme de broches coniques sont principalement en contact avec le volume apparent du spécimen d'essai, mais la surface contribue aussi à la résistance d'isolement mesurée.

3.3.2

R_{IB}

résistance d'isolement entre des électrodes en forme de barrettes

résistance mesurée à l'aide de l'arrangement d'électrodes en forme de barrettes en contact avec un spécimen d'essai défini par la présente norme

Note 1 à l'article: Les électrodes en forme de barrettes sont principalement en contact avec la surface du spécimen d'essai, mais le volume apparent contribue aussi à la résistance d'isolement mesurée.

4 Signification

Les matériaux isolants sont généralement utilisés pour isoler électriquement les composants d'un système électrique les uns par rapport aux autres et par rapport à la terre. Des matériaux isolants solides peuvent également servir de support mécanique. Pour ces utilisations, il est généralement souhaitable que la résistance d'isolement soit aussi élevée que possible et qu'elle présente des propriétés mécaniques, chimiques et de résistance à la chaleur acceptables cohérentes.

La résistance d'isolement R_I est définie de deux façons distinctes dans la présente norme: entre des électrodes en forme de broches coniques R_{IT} et entre des électrodes en forme de barrettes R_{IB} .

NOTE 1 La détermination de R_{IT} et de R_{IB} sur un seul et même matériau isolant ne donne pas des résultats comparables.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

Les deux méthodes doivent être considérées comme des grandeurs d'utilité technique caractérisant les propriétés résistives globales d'un matériau isolant électrique ou d'un produit constitué de ce matériau. La résistance d'isolement comprend à la fois la résistance transversale (voir IEC 62631-3-1[2]) et la résistance superficielle (voir IEC 62631-3-2[3]) dans différentes parties, en fonction du spécimen d'essai et des conditions d'essai.

NOTE 2 Dans le passé, les résistances mesurées entre des électrodes en forme de lignes spécifiées étaient également appelées résistances d'isolement. Ce type de résistance peut être la résistance superficielle entre des électrodes en forme de lignes R_{SD} dans l'IEC 62631-3-2.

Pour obtenir des résultats comparables, la résistance d'isolement doit être mesurée dans des conditions géométriques fixées. Ces conditions sont indiquées dans la présente norme. Dans ces conditions, la résistance d'isolement peut être utilisée pour comparer différents matériaux isolants ou différents produits, en gardant à l'esprit que cette approche ne permet qu'une classification simplifiée.

NOTE 3 La résistance d'isolement R_i définie dans la présente norme n'est pas identique aux résistances entre des corps conducteurs à l'intérieur d'un équipement électrique séparés par des matériaux isolants électriques. Toutefois, elle peut être utile dans le cadre de considérations de base pour la conception.

5 Méthode d'essai

5.1 Généralités

Les résistances d'isolement doivent être mesurées avec précaution et en tenant compte des propriétés électriques du circuit de mesure ainsi que des propriétés électriques spécifiques du matériau.

Dans la plupart des cas, il est nécessaire d'utiliser des hautes tensions pour réaliser l'essai. Des précautions doivent être prises pour éviter les chocs électriques.

Les effets de la polarisation peuvent avoir une influence sur les mesures. Il n'est donc pas acceptable de mesurer deux fois la résistance dans deux expériences consécutives sans respecter un intervalle de temps suffisant entre les deux mesures.

NOTE Pour des matériaux dont la résistance d'isolement ne dépasse pas $10^{12} \Omega$, une durée d'une heure après l'application de la tension peut être suffisante.

5.2 Conditions d'essai

5.2.1 Tension

La tension de mesure préférentielle doit être

10 V, 100 V, 500 V, 1 000 V, 10 000 V.

D'autres tensions peuvent être applicables. Sauf indication contraire, une tension de 100 V doit être utilisée.

NOTE 1 Des décharges partielles peuvent conduire à des mesures erronées lorsqu'une tension d'apparition spécifique est dépassée. Dans l'air, aucune décharge partielle ne se produit en dessous de 340 V.

NOTE 2 L'ondulation de la source de tension est importante. Une valeur typique pour 100 V est $<5 \times 10^{-5}$ crête à crête.

5.2.2 Matériau des électrodes

Les électrodes doivent être en acier inoxydable dont la composition est donnée au Tableau 1. D'autres matériaux sont acceptables si leur équivalence a été prouvée.

Tableau 1 – Composition de l'acier des électrodes

Eléments chimiques	Teneur %
C	Max. 0,07
Si	Max. 1,00
Mn	Max. 2,00
P	Max. 0,045
S	Max. 0,015
N	Max. 0,11
Cr	17,00 à 19,50

NOTE La désignation chimique de cet acier est X5CrNi18-10 comme indiqué dans l'EN 10088-2[4]. Cet acier est également connu sous le nom d'acier inoxydable 1.4301. Un type similaire de composition, légèrement différente porte la désignation AISI 304. Pour plus d'informations, se reporter à [5] et [6].

Lorsque des électrodes en forme de barrettes sont utilisées pour déterminer la résistance d'isolement, dans le cas de spécimens d'essai rigides, une feuille d'étain (99 % d'étain) doit être utilisée pour assurer un bon contact.

5.3 Appareillage

5.3.1 Généralités

Il convient de veiller à ce que la résistance d'isolement ne soit pas perturbée par des résistances parasites parallèles à l'arrangement d'électrodes, par exemple la résistance des supports d'essai ou de l'isolation des câbles.

Pour éviter les erreurs de mesure sur des résistances supérieures à $10^{10} \Omega$, des câbles blindés et des armoires de mesure blindées doivent être utilisés.

5.3.2 Précision

Tout appareil approprié peut être utilisé. Il convient que le dispositif de mesure permette de déterminer la résistance inconnue avec une précision d'au moins:

- ± 10 % pour des résistances inférieures à $10^{10} \Omega$,
- ± 20 % pour des résistances comprises entre $10^{10} \Omega$ et $10^{14} \Omega$,
- ± 50 % pour des résistances supérieures à $10^{14} \Omega$.

5.3.3 Source de tension

Une source de tension continue très stable est exigée. Cette condition peut être obtenue soit par l'utilisation de piles, soit par une alimentation redressée et stabilisée. Le degré de stabilité exigé est tel que la variation de courant liée aux variations de tension reste négligeable par rapport au courant à mesurer.

5.4 Étalonnage

L'appareil doit être étalonné pour la grandeur de la résistance transversale mesurée.

NOTE Des résistances d'étalonnage pouvant atteindre 100 T Ω sont disponibles dans le commerce.