

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Dielectric and resistive properties of solid insulating materials –
Part 3-11: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume
resistance and volume resistivity – Method for impregnation and coating
materials**

**Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides –
Partie 3-11: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant
continu) – Résistance volumique et résistivité volumique – Méthode pour
matériaux d'imprégnation et de revêtement**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a 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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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: sales@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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 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: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Dielectric and resistive properties of solid insulating materials –
Part 3-11: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume
resistance and volume resistivity – Method for impregnation and coating
materials**

**Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides –
Partie 3-11: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant
continu) – Résistance volumique et résistivité volumique – Méthode pour
matériaux d'imprégnation et de revêtement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.99; 29.035.01

ISBN 978-2-8322-5184-3

**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
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Significance.....	7
5 Method of test	7
5.1 General.....	7
5.2 Power supply (voltage)	7
5.3 Equipment	8
5.3.1 Accuracy	8
5.3.2 Guarding	8
5.3.3 Electrodes	8
5.3.4 Calibration	8
5.3.5 Test specimen	8
5.4 Procedure for volume resistivity as function of temperature	9
5.4.1 General	9
5.4.2 Equipment	9
5.4.3 Test set-up	9
5.4.4 Procedure.....	9
5.4.5 Calculation	9
5.5 Procedure for volume resistivity after seven days of immersion in water	10
5.5.1 General	10
5.5.2 Equipment	10
5.5.3 Test set-up	10
5.5.4 Procedure.....	10
5.5.5 Calculation	10
6 Report	10
7 Repeatability and reproducibility	11
Bibliography.....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 3-11: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume resistance and volume resistivity – Method for impregnation and coating materials

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 62631-3-11 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

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

FDIS	Report on voting
112/409/FDIS	112/415/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.

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.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the 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 62631-3-11:2018

INTRODUCTION

Many segments of the electrotechnical industry need volume resistance and volume resistivity data of solid insulating materials. This part of IEC 62631 is focused on the method for impregnation and coating materials. Clear guidelines are important to give the user of this document a uniform approach to sample preparation and test procedures.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-11:2018

DIELECTRIC AND RESISTIVE PROPERTIES OF SOLID INSULATING MATERIALS –

Part 3-11: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume resistance and volume resistivity – Method for impregnation and coating materials

1 Scope

This part of IEC 62631 covers a method of test for the determination of volume resistance and volume resistivity of electrical insulation materials by applying DC voltage. It covers the materials described in IEC 60455-3-5, IEC 60464-3-1, IEC 60464-3-2 and similar products.

2 Normative references

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

IEC 62631-3-1, *Dielectric and resistive properties of solid insulating materials – Part 3-1: Determination of resistive properties (DC methods) – Volume resistance and volume resistivity – General method*

ISO 1514, *Paints and varnishes – Standard panels for testing*

ISO 2808, *Paints and varnishes – Determination of film thickness*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

volume resistance

part of the insulation resistance which is due to conduction through the volume

Note 1 to entry: Volume resistance is expressed in Ω .

3.2

volume resistivity

volume resistance of a material related to its volume

Note 1 to entry: Volume resistivity is expressed in Ωm .

Note 2 to entry: For insulating materials the volume resistivity is usually determined by means of measuring electrodes arranged on a sheet of the material.

Note 3 to entry: According to IEC 60050-121:1998, 121-12-03, “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 according to IEC 60050-121:1998, 121-12-04 “resistivity” is the “inverse of the conductivity when this inverse exists”. Measured in this way, the volume resistivity is an average of the resistivity over possible heterogeneities in the volume incorporated in the measurement; it includes the effect of possible polarization phenomena at the level of the electrodes.

3.3

stray current

leakage current in the earth or in metallic structures buried in the ground and resulting from their intended or unintended earthing

4 Significance

The materials applicable to this test are used to impregnate or coat coils made from enamelled copper or aluminium wire to fix the coils, protect them from humidity, dirt and other environmental influence. The main field applications are electric motors, transformers and similar appliances.

Additional electrical insulation is desirable but not essential. In many cases mechanical support, thermal and chemical resistance are more important. In particular, the changes in resistivity with regard to temperature and/or humidity are of great importance and need to be known when designing a motor for operation conditions.

When a direct voltage is applied between electrodes in contact with a specimen, the current through it decreases asymptotically towards a steady-state value. The decrease of current with time may be due to dielectric polarisation and the sweep of mobile ions to the electrodes. For materials having volume resistivity less than about $10^{10} \Omega\text{m}$ the steady state is generally reached within 1 min and the resistance is determined after this time of electrification. For materials with higher volume resistivity the current may continue decreasing for several minutes, hours, days or even weeks. However, the results are taken after 1 min.

NOTE For very high electric field strengths different behaviour can occur.

5 Method of test

5.1 General

The method described in this document is used for impregnation and coating materials. For other specific types of materials other documents or the general method described in IEC 62631-3-1 may be more suitable.

For an impregnation or coating material the absolute value of volume resistance or resistivity is of minor interest. More important is the change of this value as a function of temperature or after immersion into water.

5.2 Power supply (voltage)

A source of very steady direct voltage is required. This may 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.

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

If not otherwise stipulated, a voltage of 500 V is to be used. Other test voltages may be 10 V, 100 V or 1 000 V.

5.3 Equipment

5.3.1 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:

- $\pm 10\%$ for resistances below $10^{10} \Omega$
- $\pm 20\%$ for resistances between $10^{10} \Omega$ and $10^{14} \Omega$
- $\pm 50\%$ for values higher than $10^{14} \Omega$

5.3.2 Guarding

For routine measurements, especially in production control to determine the specified minimum values, guarding is not necessary. This allows smaller and simplified specimens.

If the exact absolute value is of interest, or the value is above $10^{12} \Omega$, or in case of doubt, then guarding is recommended. Further information related to guarding can be found in IEC 62631-3-1.

5.3.3 Electrodes

For simple measurements a permanent electrode (e.g. conductive silver paint) may be used.

In case of measurements before and after a treatment (e.g. immersion into water) a removable electrode shall be used. Further information related to electrodes can be found in IEC 62631-3-1.

5.3.4 Calibration

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

NOTE Calibration resistors in the range up to $100 \text{ T}\Omega$ are commercially available.

5.3.5 Test specimen

Unless otherwise specified, a steel panel according to ISO 1514 but of a thickness of $(0,125 \pm 0,025) \text{ mm}$, a length of at least 100 mm and a width at least 60 mm shall be used. The preparation and cleaning of the panel shall be in accordance with the measures proposed in ISO 1514.

Unless otherwise specified, the steel panel shall be immersed in the resin or varnish in a vertical position and at a speed sufficiently low to prevent voids of air adhering to the surface of the panel. The panel shall be kept in the resin or varnish for at least 5 min and shall then be removed from the varnish at a uniform speed of not more than 5 mm/s.

The specimen shall then be drained for 10 min to 15 min and dried and/or cured in accordance with the agreed schedule. It shall be drained in a vertical position. For drying and/or curing, the oven applied shall be specially designed for drying painted or varnished parts, which may have large surfaces and substantial amounts of solvent evaporation. Drying and curing temperature conditions shall comply with the requirements of the product datasheet.

For varnishes the coating process shall be repeated by dipping, draining and drying and/or curing the panel in the reverse direction. For resins a single coating is sufficient.

The thickness of the coating after drying and/or curing shall be determined by one of the procedures specified in ISO 2808. The coating on the steel panel shall be between 0,04 mm and 0,10 mm on either side of the panel.

NOTE Increasing the speed by which the panel is removed from the resin or varnish increases the thickness of the coating; reducing the speed reduces the thickness of the coating. It also can be necessary to reduce the viscosity of varnishes using the recommended thinner.

5.4 Procedure for volume resistivity as function of temperature

5.4.1 General

The following procedure describes an established method. Any other method in line with the general requirements may be used.

5.4.2 Equipment

The following equipment shall be used:

- any suitable tera-ohmmeter with an accuracy of $\pm 10\%$;
- metal cylinder to be used as voltage electrode (top electrode) of at least 40 mm diameter and having a mass to provide a pressure of about 0,015 MPa;
- conductive silver paint.

5.4.3 Test set-up

Three specimens shall be tested. The thickness of the coating shall be measured at five points at least within the test area before application of the electrodes. Conductive silver paint is applied on the test area and dried according to the paint manufacturer's recommendations.

The steel panel shall be placed on a flat solid surface in an oven. The steel panel itself is grounded and used as an electrode.

The metal cylinder is placed on the test area on top of the silver paint and used as the other electrode.

5.4.4 Procedure

The volume resistivity at room temperature is measured in accordance with IEC 62631-3-1 using an electrification of 1 min and a voltage not higher than 500 V.

The oven is turned on and adjusted to the first temperature. After the temperature has stabilized the measurement of the volume resistivity is repeated and recorded along with the temperature.

The necessary time for temperature stabilization is for example influenced by the construction and tolerances of the oven, the electrode arrangement specimen and other technical details. However care should be taken that the specimen has stabilized. The time characteristics of the individual oven should be determined or extrapolated from experience.

The oven is set to the second temperature and the process is repeated until the maximum temperature is reached. The maximum temperature shall be at least the thermal class temperature.

5.4.5 Calculation

The calculation of the volume resistivity shall be in accordance with IEC 62631-3-1. A graph using a logarithmic scale of the volume resistivity versus temperature has been found useful.

5.5 Procedure for volume resistivity after seven days of immersion in water

5.5.1 General

The following procedure describes an established method. Any other method in line with the general requirements may be used.

5.5.2 Equipment

The following equipment shall be used:

- any suitable tera-ohmmeter with an accuracy of $\pm 10\%$;
- metal cylinder to be used as voltage electrode (top electrode) of at least 40 mm diameter and having a mass to provide a pressure of about 0,015 MPa;
- a disc of conductive rubber with the same diameter as the top electrode.

5.5.3 Test set-up

Three specimens shall be tested. The thickness of the coating shall be measured at five points at least within the test area before application of the electrodes. The disc made from conductive rubber is placed on the test area.

The steel panel shall be placed on a flat solid surface. The steel panel itself is grounded and used as an electrode.

The metal cylinder is placed on the disc of conductive rubber and used as the other electrode.

5.5.4 Procedure

The initial value of volume resistivity at room temperature is measured in accordance with IEC 62631-3-1 using an electrification of 1 min and a voltage not higher than 500 V.

After this initial measurement the steel panel is immersed into demineralized water of $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ for (168 ± 1) h (seven days). Sufficient water shall be used, so that the specimen does not dry out.

After immersion in water the test set-up shall be made immediately after removing the specimen from the water and blotting it between filter papers to remove excessive water. The resistance measurement shall be taken (15 ± 1) min after the test set-up is made.

The volume resistivity is measured again in accordance with IEC 62631-3-1 using an electrification of 1 min and a voltage not higher than 500 V.

5.5.5 Calculation

The calculation of the volume resistivity shall be in accordance with IEC 62631-3-1.

6 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 specimens (average)
- test voltage

- accuracy of the instrument and calibration method, depending on the measured values of the resistance if necessary
- 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
- each single value and the median of volume resistivity for all tests respectively
- ambient conditions during testing
- any other important observations if applicable

7 Repeatability and reproducibility

Measurements of volume resistance and volume resistivity are dependent on numerous aspects. Experience has 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 62631-3-11:2018

Bibliography

IEC 60050-121, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism* (available at www.electropedia.org)

IEC 60455-3-5, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins*

IEC 60464-3-1, *Varnishes used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Ambient curing finishing varnishes*

IEC 60464-3-2, *Varnishes used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 2: Hot curing impregnating varnishes*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-11:2018

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-11:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Signification.....	19
5 Méthode d'essai	19
5.1 Généralités	19
5.2 Alimentation (tension)	19
5.3 Appareillage.....	20
5.3.1 Précision	20
5.3.2 Dispositifs de garde	20
5.3.3 Electrodes	20
5.3.4 Etalonnage	20
5.3.5 Spécimen d'essai.....	20
5.4 Procédure de détermination de la résistivité volumique en fonction de la température	21
5.4.1 Généralités	21
5.4.2 Appareillage	21
5.4.3 Montage d'essai	21
5.4.4 Procédure.....	21
5.4.5 Calcul	22
5.5 Procédure de détermination de la résistivité volumique après sept jours d'immersion dans de l'eau.....	22
5.5.1 Généralités	22
5.5.2 Appareillage	22
5.5.3 Montage d'essai	22
5.5.4 Procédure.....	22
5.5.5 Calcul	23
6 Rapport	23
7 Répétabilité et reproductibilité	23
Bibliographie.....	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES
DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –****Partie 3-11: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant continu) – Résistance volumique et résistivité volumique – Méthode pour matériaux d'imprégnation et de revêtement**

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 62631-3-11 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
112/409/FDIS	112/415/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.

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.

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

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 62631-3-11:2018

INTRODUCTION

De nombreuses branches de l'industrie électrotechnique ont besoin de données concernant la résistance volumique et la résistivité volumique des matériaux isolants solides. La présente partie de l'IEC 62631 porte sur la méthode applicable aux matériaux d'imprégnation et de revêtement. Des lignes directrices claires sont importantes pour fournir aux utilisateurs du présent document une approche uniforme pour la préparation des échantillons et les procédures d'essai.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62631-3-11:2018

PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET RÉSISTIVES DES MATÉRIAUX ISOLANTS SOLIDES –

Partie 3-11: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant continu) – Résistance volumique et résistivité volumique – Méthode pour matériaux d'imprégnation et de revêtement

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62631 couvre une méthode d'essai pour déterminer la résistance volumique et la résistivité volumique des matériaux isolants électriques par application d'une tension continue. Elle couvre les matériaux décrits dans l'IEC 60455-3-5, l'IEC 60464-3-1, l'IEC 60464-3-2 et des produits similaires.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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).

IEC 62631-3-1, *Propriétés diélectriques et résistives des matériaux isolants solides – Partie 3-1: Détermination des propriétés résistives (méthodes en courant continu) – Résistance transversale et résistivité transversale — Méthode générale*

ISO 1514, *Peintures et vernis – Panneaux normalisés pour essai*

ISO 2808, *Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuil*

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1

résistance volumique

partie de la résistance d'isolement qui est due à la conduction à travers le volume

Note 1 à l'article: La résistance volumique s'exprime en Ω .

3.2

résistivité volumique

résistance volumique d'un cube de volume unité

Note 1 à l'article: La résistivité volumique s'exprime en Ωm .

Note 2 à l'article: Pour les matériaux isolants, la résistivité volumique est habituellement déterminée au moyen d'électrodes de mesure disposées sur une feuille du matériau.

Note 3 à l'article: Conformément à l'IEC 60050-121:1998, 121-12-03, 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, conformément à l'IEC 60050-121:1998, 121-12-04, la "résistivité" est "l'inverse de la conductivité lorsque cet inverse existe". Mesurée ainsi, la résistivité volumique est une moyenne de la résistivité sur les hétérogénéités éventuelles dans le volume incluses dans la mesure; elle comprend l'effet d'éventuels phénomènes de polarisation aux électrodes.

3.3

courant vagabond

courant de fuite dans la terre ou dans des structures métalliques enterrées, et qui résulte de leur mise à la terre intentionnelle ou non

4 Signification

Les matériaux couverts par cet essai sont utilisés pour imprégner ou recouvrir des bobines de fils de cuivre ou d'aluminium émaillé pour fixer les bobines, les protéger de l'humidité, de la poussière et d'autres influences environnementales. Les principales applications sont les moteurs électriques, les transformateurs et des appareils similaires.

Une isolation électrique supplémentaire est souhaitable, mais n'est pas essentielle. Dans de nombreux cas, support mécanique, résistance thermique et résistance chimique sont plus importants. En particulier, les variations de résistivité en fonction de la température et/ou de l'humidité sont très importantes et il est nécessaire de les connaître au moment de la conception d'un moteur pour prévoir les conditions de fonctionnement.

Lorsqu'une tension continue est appliquée entre des électrodes en contact avec un spécimen, le courant qui traverse ce spécimen diminue de manière asymptotique vers une valeur en régime établi. La diminution du courant en fonction du temps peut être due à la polarisation diélectrique et au déplacement des ions mobiles vers les électrodes. Pour des matériaux ayant une résistivité volumique inférieure à environ $10^{10} \Omega\text{m}$, la valeur en régime établi est en général atteinte au bout de 1 min et la résistance est déterminée après cette durée de mise sous tension. Pour les matériaux de plus grande résistivité volumique, le courant peut continuer à diminuer pendant plusieurs minutes, heures, jours ou même semaines. Toutefois, les résultats sont pris après 1 min.

NOTE Le comportement peut être différent lorsque les champs électriques sont très élevés.

5 Méthode d'essai

5.1 Généralités

La méthode décrite dans le présent document est utilisée pour les matériaux d'imprégnation et de revêtement. Pour tous les autres types spécifiques de matériaux, d'autres documents ou la méthode générale décrite dans l'IEC 62631-3-1 peuvent être mieux appropriées.

Pour un matériau d'imprégnation ou de revêtement, la valeur absolue de la résistance ou de la résistivité volumique ne présente pas un grand intérêt. La variation de cette valeur en fonction de la température ou après immersion dans de l'eau est plus importante.

5.2 Alimentation (tension)

Une source de tension continue très stable est exigée. Cette condition peut être obtenue soit par l'utilisation de batteries, 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.

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

Sauf indication contraire, une tension de 500 V doit être utilisée. D'autres tensions d'essai peuvent être 10 V, 100 V ou 1 000 V.

5.3 Appareillage

5.3.1 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 $10^{14} \Omega$

5.3.2 Dispositifs de garde

Pour les mesures de routine, en particulier dans le contrôle de production pour déterminer les valeurs minimales spécifiées, il n'est pas nécessaire d'utiliser de dispositif de garde. Ceci permet d'utiliser des spécimens plus petits et plus simples.

Si la valeur absolue exacte présente un intérêt, ou si la valeur est supérieure à $10^{12} \Omega$, ou en cas de doute, il est alors recommandé d'utiliser des dispositifs de garde. Des informations supplémentaires sur les dispositifs de garde peuvent être obtenues dans l'IEC 62631-3-1.

5.3.3 Electrodes

Pour les mesures simples, une électrode permanente (par exemple, de la peinture conductrice à l'argent) peut être utilisée.

Si les mesures sont effectuées avant et après un traitement (par exemple, en cas d'immersion dans de l'eau), une électrode amovible doit être utilisée. Des informations supplémentaires sur les électrodes peuvent être obtenues dans l'IEC 62631-3-1.

5.3.4 Etalonnage

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

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

5.3.5 Spécimen d'essai

Sauf spécification contraire, un panneau d'acier conforme à l'ISO 1514, mais d'épaisseur égale à $(0,125 \pm 0,025)$ mm, de longueur supérieure ou égale à 100 mm et de largeur supérieure ou égale à 60 mm doit être utilisé. La préparation et le nettoyage du panneau doivent être conformes aux mesures proposées par l'ISO 1514.

Sauf spécification contraire, le panneau d'acier doit être immergé verticalement dans de la résine ou du vernis à une vitesse suffisamment faible pour éviter que des bulles d'air n'adhèrent à la surface du panneau. Le panneau doit être maintenu dans la résine ou le vernis pendant au moins 5 min, puis doit être retiré à une vitesse constante ne dépassant pas 5 mm/s.

Le spécimen doit ensuite être égoutté pendant 10 min à 15 min et séché et/ou laissé à durcir conformément au programme convenu. L'égouttage doit se faire en position verticale. Pour le séchage et/ou le durcissement, le four doit être conçu spécialement pour sécher des parties peintes ou vernies dont les surfaces peuvent être larges et dont la quantité d'évaporation de solvants peut être importante. Les conditions de température de séchage et de durcissement doivent satisfaire aux exigences de la fiche technique du produit.