

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Wearable electronic devices and technologies –
Part 201-2: Electronic textile – Measurement methods for basic properties of
conductive fabrics and insulation materials**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 201-2: Textile électronique – Méthodes de mesure des propriétés
fondamentales des étoffes conductrices et des matériaux isolants**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-201-2:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat
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 corrigendum or an amendment might have been published.

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

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 une fois par mois par email.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Wearable electronic devices and technologies –
Part 201-2: Electronic textile – Measurement methods for basic properties of
conductive fabrics and insulation materials**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 201-2: Textile électronique – Méthodes de mesure des propriétés
fondamentales des étoffes conductrices et des matériaux isolants**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 59.080.30; 59.080.80

ISBN 978-2-8322-1104-0

**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	7
4 Materials and structure	7
4.1 Classification of conductive fabric	7
4.2 Classification of insulation materials	8
5 Atmospheric conditions for measurement and conditioning	8
6 Characteristics and measurement methods for conductive fabric	8
6.1 Electrical properties	8
6.1.1 Sheet resistance.....	8
6.1.2 Fusing current	9
6.1.3 Electric insulation properties.....	10
6.2 Chemical and biological resistance	14
6.2.1 Perspiration resistance	14
6.2.2 Detergent resistance	15
Bibliography.....	16
Figure 1 – Classification of electric insulation materials	8
Figure 2 – Test specimen for measurement of insulation properties	11
Figure 3 – Test specimen setting	11
Figure 4 – Measurement circuit of cover insulation layer side.....	11
Figure 5 – Measurement circuit of substrate side	13
Table 1 – Pre-tensioning for fabrics without stretch characteristics	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

**Part 201-2: Electronic textile –
Measurement methods for basic properties of
conductive fabrics and insulation 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.

IEC 63203-201-2 has been prepared by IEC technical committee 124: Wearable electronic devices and technologies. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
124/176/FDIS	124/181/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 63203 series, published under the general title *Wearable electronic devices and technologies*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-201-2:2022

INTRODUCTION

This document contains the provisions for conductive fabrics and insulation materials used for electronic textiles and measurement methods for their properties. When a conductive fabric becomes a wearable electronics product, it plays the role of conductive traces, electrodes and the like in clothes-type wearable devices. Therefore, measurement methods are defined for the characteristics of such conductive fabrics.

The IEC 63203-2 series relates mainly to measurement methods for electronic textile (e- textile) of wearable electronics.

The IEC 63203-2 series is divided into parts according to each category of electronic textile. Each part is prepared as a generic specification containing fundamental information for the area of printed electronics.

The IEC 63203-2 series consists of the following parts:

IEC 63203-201: E-textile materials

IEC 63203-201-1: E-textile materials – Conductive yarn

IEC 63203-201-2: E-textile materials – Conductive fabrics and insulation materials

IEC 63203-202: Passive electric parts for e-textiles

IEC 63203-202-1: Passive e-textile parts – Connectors for e-textile applications

IEC 63203-203: E-textile functional elements

IEC 63203-204: E-textile systems (evaluation method for garment-type wearable systems)

IEC 63203-204-1: E-textile systems – Test method for assessing washing durability of leisurewear and sportswear e-textile systems

(Subsequent parts will be prepared according to other categories.)

Furthermore, sectional specifications, blank detail specifications, and detail specifications of each category will follow these parts.

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

Part 201-2: Electronic textile – Measurement methods for basic properties of conductive fabrics and insulation materials

1 Scope

This part of IEC 63203-201 specifies the provisions for conductive fabrics and insulation materials used for electronic textiles and measurement methods for their properties.

Conductive fabrics covered by this document are basic materials in electronic textiles and are mainly used as conductive traces, electrodes and the like in clothes-type wearable devices. This document does not cover high-resistance conductive fabrics used for antistatic purposes and heater applications.

Insulating materials handled in this document are materials used for electrical insulation of conductive parts in electronic textiles. They include materials for covering the conductive parts, and general fabrics constituting the basic structure of clothes-type wearable devices.

This document does not define the required characteristics of the conductive fabric and insulation materials; rather, it specifies measurement methods for general and electrical properties of the conductive fabric and insulation materials.

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 60243-1:2013, *Electric strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60468:1974, *Method of measurement of resistivity of metallic materials*

IEC 62631-3-1:2016, *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 105-E04, *Textiles – Tests for colour fastness – Part E04: Colour fastness to perspiration*

ISO 139, *Textiles – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 6330, *Textiles – Domestic washing and drying procedures for textile testing*

EN 16812:2016, *Textiles and textile products – Electrically conductive textiles – Determination of the linear electrical resistance of conductive tracks*

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

conductive fabric

fabric, such as woven fabric, knitted fabric, or nonwoven fabric, having electrical conductivity

Note 1 to entry: Conductive fabric can be used at the level of signal line, power transmission line, and electromagnetic shield.

[SOURCE: IEC 63203-101-1:2021, 3.18]

3.2

insulation material

insulant material used to prevent electric conduction between conductive elements

Note 1 to entry: In the field of electromagnetism the term "insulant" is also used as a synonym for "insulating medium".

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-35, modified – The terms "insulating material" and "insulant" have been replaced with "insulation material" and the word "insulant" added to the definition.]

3.3

sheet resistance

electrical resistance of a sheet of nominally uniform thickness, measured across the opposite ends of a square area

Note 1 to entry: The unit of sheet resistance is Ohm (Ω). However, in order not to confuse sheet resistance with bulk resistance, the use of Ohm per square ($\Omega/\square$) is recommended.

Note 2 to entry: If fabric thickness is known, the average bulk resistivity of the fabric material can be calculated as the product of sheet resistance and fabric thickness.

Note 3 to entry: In a conductive fabric whose resistance value can be regarded as isotropic, the fabric can be regarded as a sheet and the sheet resistance can be used as an expression of conductivity.

[SOURCE: IEC 62899-101:2019, 3.122, modified – In the definition, "thin film" has been replaced with "sheet"; in Note 2, "film" has been replaced with "fabric", and Note 3 has been added.]

4 Materials and structure

4.1 Classification of conductive fabric

"Fabric" is a generic term for fibre structures having planar shapes. Fabrics are classified as follows: woven fabric, knitted fabric, and nonwoven fabric. Electric conductive fabrics are fabrics that contain conductive yarns or fibres in their composition or fabrics that are coated by electro-conductive materials.

4.2 Classification of insulation materials

The insulating materials in this document are used for e-textile products with electric conductive fabrics or conductive yarns. Layers of fabrics used for the purpose of insulation materials are made of generic non-conductive yarns and are non-conductive fabrics, further, they may have non-conductive coating on one side or both sides. Such fabrics are used as substrate for arranging conductive thread materials consisting of conductive fabrics or yarns and the like.

The insulation materials include non-conductive polymer film and a non-conductive resin coating in addition to the non-conductive fabrics. These materials form protective layers over conductive threads and have the role of electric insulation. Electric insulation materials are classified as shown in Figure 1.

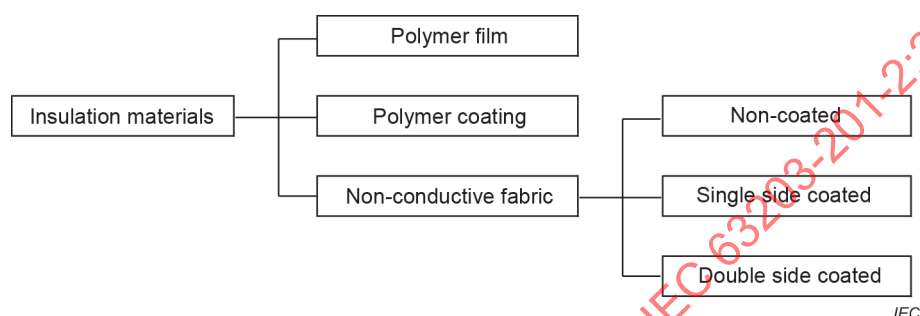


Figure 1 – Classification of electric insulation materials

5 Atmospheric conditions for measurement and conditioning

Preparation, and conditioning and measurement of the test specimens shall be compliant with ISO 139 according to the standard atmosphere of ISO 139 (i.e., 20 °C, 65 % RH).

6 Characteristics and measurement methods for conductive fabric

6.1 Electrical properties

6.1.1 Sheet resistance

6.1.1.1 Specimens

Cut out five test specimens from the conductive fabric. Each test specimen should have a width W: 10 mm and an effective length L: 100 mm or other size with similar or larger length-width ratio. If the entire fabric specimen is not conductive, conductive elements should extend the complete length of the specimen. Report alternate length-width ratio if used. Conductive fabrics are not homogeneous materials and may have directionality in electrical properties. A test specimen for which the direction is different from the original fabric may be cut out as necessary.

6.1.1.2 Pre-tensioning

Pre-tensioning is required to obtain flatness for good contact between the specimen fabric and the electrodes.

Pre-tensioning condition for the fabric without stretch characteristics is indicated at Table 1 with reference to EN 16812:2016.

Pre-tensioning condition for the fabric with stretch characteristics is 0,1 N per 10 mm of width with reference to EN 16812:2016.

Table 1 – Pre-tensioning for fabrics without stretch characteristics

Fabric mass per unit area (g/m ²)	Applied tension (N) per 10 mm width
≤ 200	0,4
> 200 and 500 ≤	1
> 500	2

6.1.1.3 Procedure

The conductivity of conductive fabric is measured by determining the sheet resistance R_s . The sheet resistance R_s is determined by the following the procedure.

- Pre-tension is applied to the specimen according to 6.1.1.2.
- Measure the resistance R in the longitudinal direction of the test specimen according to the four electrode four-wire method as defined in IEC 60468:1974 and EN 16812:2016.
- Calculate the sheet resistance R_s by applying the following formula.

$$\text{Sheet resistance } R_s = R (W / L)$$

- When the conductivity is anisotropic, the direction in which the specimen is cut out is determined by the user and supplier.

Calculate the linear resistance R_L by applying the following formula.

$$\text{Linear resistance } R_L = R/L$$

NOTE 1 The "user" can be any of the following: manufacturer of the yarn, manufacturer of the fabric, manufacturer of the semi-finished or end product, or end-user.

NOTE 2 The "supplier" can be any of the following: manufacturer of the raw material, manufacturer of the yarn, manufacturer of the fabric, manufacturer of the semi-finished or end product.

6.1.1.4 Report of the results

The report shall include the following items:

- identification of measured conductive fabric;
- test conditions (room temperature and humidity);
- numbers of measured specimens;
- average of sheet resistance and linear resistance;
- standard deviation of sheet resistance and linear resistance.

6.1.2 Fusing current**6.1.2.1 General**

This Subclause 6.1.2 describes how to determine at which value of current passing through the conductive fabric, the fabric melts or ignites by Joule heat. The fusing current is a fundamental value, to determine the permissible current that may be passed through the conductive fabric.

A safety margin should be determined on a case-by-case basis for the permissible current, since the surrounding conditions of the conductive fabric depend on the application and its use.

The measuring environment should be equipped with a non-flammable underground, safety measures to extinguish fires and appropriate ventilation to remove (toxic) fumes.

6.1.2.2 Procedure

- a) Cut test specimen according to 6.1.1.1.
- b) Clamp electrodes to both ends of the test specimen such that the effective length is 100 mm. Make sure the test specimen does not slacken in the windless air. Make sure that the test piece does not wiggle in windless air.
- c) Apply a DC voltage such that the initial current becomes 1 mA.
- d) Starting 10 s after applying the voltage, increase the voltage such that the current increase rate becomes 1 mA/s.
- e) Determine the fusing current, which is the moment the test specimen melts or ignites.
If the fusing current is below 10 mA, arrange multiple specimens of conductive fabric in parallel at step b), and determine the fusing current. Divide the measured value by the number of parallel specimens to get the fusing current. In this case, more than five test specimens are necessary.
- f) Repeat the test for five specimens and calculate the average value of fusing current.

6.1.2.3 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) identification of test specimen;
- b) test conditions (room temperature and humidity);
- c) number of test specimens;
- d) average of all fusing current (A) measurements;
- e) standard deviation of all fusing current measurements.

6.1.3 Electric insulation properties

6.1.3.1 General

The insulation performance is a basic property to understand the level of insulation between the conductive fabric and the outside. The electric strength is a basic value for understanding the resistance of the conductive fabric to external voltage.

This Subclause 6.1.3 describes how to measure the insulation performance of the insulation material and how the electric strength can be determined.

6.1.3.2 Insulation resistance of cover and insulation cover side

6.1.3.2.1 Procedure

- a) Test specimens should be prepared as shown in Figure 2. The test specimens consist of a substrate, a rectangular stretchable conductor of 70 mm × 210 mm, and a cover insulation layer of 70 mm × 70 mm.

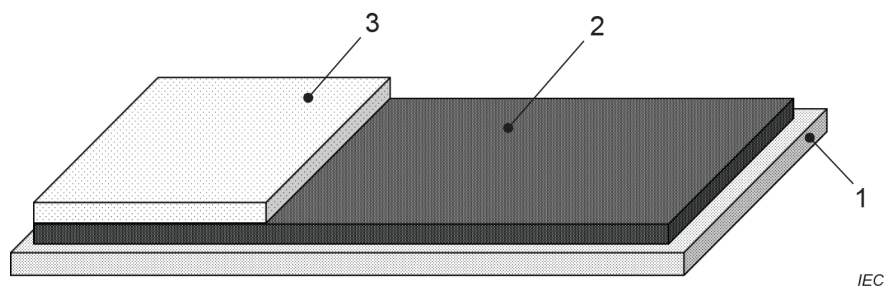
The test specimen substrate shall have a margin of at least 5 mm on each side of the edges of the conductor. Dimensional errors of ±1 mm are allowed for stretchable conductors and cover insulation layer.

- b) Use an electrode with a guard ring for volume resistivity measurement conforming to IEC 62631-3-1:2016.

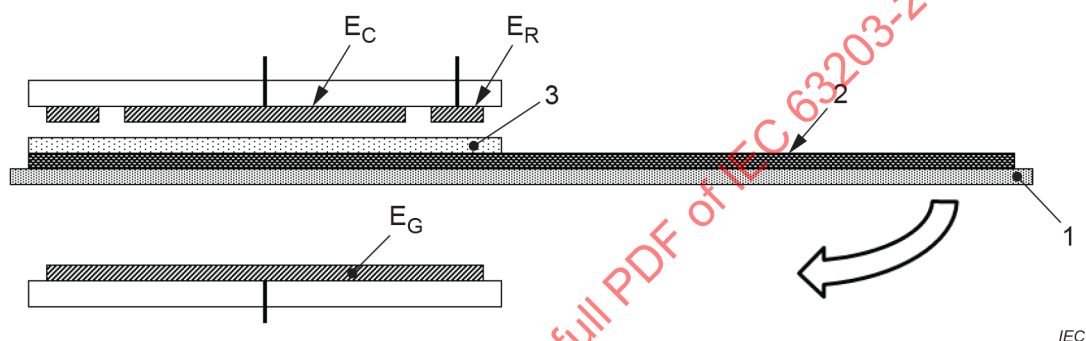
Insert the test specimen between the circular electrode E_C with the guard ring electrode E_R and the ground electrode E_G , as shown in Figure 3. Fold the specimen in half and sandwich it between both electrodes.

Connect the measuring circuit as shown in Figure 4.

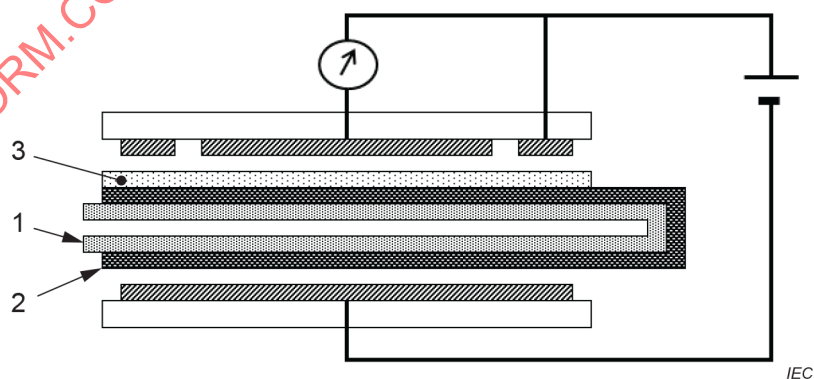
- c) Apply a voltage of 500 V if not specified otherwise.
- d) Measure the current 1 min after the voltage has been applied, the resistance is calculated from the current measured.

**Key**

- 1 stretchable substrate 70 mm × 210 mm
- 2 stretchable conductor 70 mm × 210 mm
- 3 stretchable insulator 70 mm × 70 mm

Figure 2 – Test specimen for measurement of insulation properties**Key**

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 stretchable substrate | E_C circular electrode |
| 2 stretchable conductor | E_R guard ring electrode |
| 3 stretchable insulator | E_G ground electrode |

Figure 3 – Test specimen setting**Key**

- 1 stretchable substrate
- 2 stretchable conductor
- 3 stretchable insulator

Figure 4 – Measurement circuit of cover insulation layer side

6.1.3.2.2 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) test specimen identification;
- b) test conditions (room temperature and humidity);
- c) applied voltage (V);
- d) number of measured test specimens;
- e) average of all measured current and calculated insulation resistance (Ω);
- f) standard deviation of all fusing current measurements calculated insulation resistance (Ω).

6.1.3.3 Electric strength of insulation cover side

6.1.3.3.1 Procedure

The test specimen is prepared as specified in 6.1.3.2.1.

Hold the test specimen on a horizontal insulation table with the cover insulating layer facing upward.

Place a 25 mm diameter electrode on the test specimen insulator layer at a pressure of 1 kg/cm² (the area of 25 mm diameter circle is 4,9 cm²; that is, the weight of the electrode is 4,9 kg). The electrode is placed at least 10 mm away from the edge of the insulator layer. Measure the breakdown voltage between electrode and stretchable conductor with an electric breakdown tester conforming to IEC 60243-1:2013. Apply AC voltage, gradually increase the voltage and read the voltage value at which the dielectric breakdown occurs. At least five points are measured and the maximum, minimum and average values and breakdown mode of each test are recorded.

6.1.3.3.2 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) test specimen identification;
- b) test conditions (room temperature and room humidity);
- c) number of test specimens;
- d) maximum, minimum and average values of breakdown voltage and each breakdown mode (thickness direction/surface direction);
- e) standard deviation of breakdown voltage.

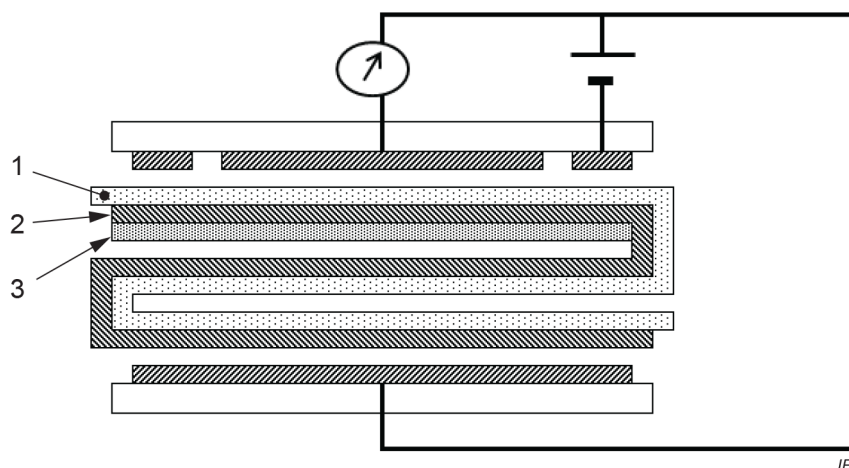
6.1.3.4 Insulation resistance of substrate side

6.1.3.4.1 Procedure

Test specimen is prepared the same way as in 6.1.3.2.1.

Insulation resistance of the substrate side is measured by the following procedure using an electrode with a guard ring for volume resistivity measurement conforming to IEC 62631-3-1:2016. As shown in Figure 5, the test specimen is inserted between the circular electrode E_C with the guard ring electrode E_R and the ground electrode E_G . It is folded to form three layers and sandwiched between both electrodes. The measuring circuit is connected as shown in Figure 5.

The applied voltage shall be 500 V if not specified otherwise. Read the resistance value after 1 min from the voltage being applied, and the resistance value calculated from the current value after 1 min is recorded.



Key

- 1 stretchable substrate
- 2 stretchable conductor
- 3 stretchable insulator

Figure 5 – Measurement circuit of substrate side

6.1.3.4.2 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) test specimen identification;
- b) test conditions (room temperature and humidity);
- c) applied voltage (V);
- d) number of measured test specimens;
- e) average of all measured current values and insulation resistance values calculated (Ω);
- f) standard deviation of all measured current values and insulation resistance values calculated (Ω).

6.1.3.5 Electric strength of substrate side

6.1.3.5.1 Procedure

The test specimen is prepared as per 6.1.3.2.1.

Hold the test specimen on a horizontal insulation table with the substrate side facing upward. Place a 25 mm diameter electrode on the test specimen insulator layer at a pressure of 1 kg/cm² (the area of 25 mm diameter is 4,9 cm²; that is, the weight of the electrode is 4,9 kg). The electrode is placed at least 15 mm away from the edge of the substrate. Measure the breakdown voltage between electrode and stretchable conductor with an electric breakdown tester conforming to IEC 60243-1:2013. Apply AC voltage, gradually increase the voltage and read the voltage value at which the dielectric breakdown occurs. At least five points are measured and the maximum, minimum and average values and breakdown mode of each test are recorded.

6.1.3.5.2 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) test specimen identification;
- b) test conditions (room temperature and humidity);
- c) numbers of test specimens;

- d) maximum, minimum and average values of breakdown voltage and each breakdown mode (thickness direction/surface direction);
- e) standard deviation of breakdown voltage.

6.2 Chemical and biological resistance

6.2.1 Perspiration resistance

6.2.1.1 General

Perspiration durability is indicated by the sheet resistance change ratio before and after exposure to artificial perspiration liquid. The sheet resistance change ratio of perspiration durability can be obtained by the following procedure.

Artificial perspiration liquid (alkaline solution and acid solution) shall be prepared according to ISO 105-E104.

6.2.1.2 Specimens

Cut the test specimen according to 6.1.1.1.

6.2.1.3 Procedure

- a) For each specimen measure the initial sheet resistance R_{p0} in accordance with the method described in 6.1.1.3.
- b) Immerse the specimens in artificial alkaline perspiration solution adjusted to $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 24 h, by laying them in a flat-bottomed dish and covering them with the alkaline solution.
Thoroughly wet the specimen in this solution at an approximate liquor ratio of 50:1.
- c) Remove the test specimen from the artificial perspiration liquid and rinse thoroughly with running water.
- d) Hang the test specimen vertically for 24 h under standard environment (i.e., at $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 4) \% \text{RH}$) to dry.
- e) Measure the resistance R_{pt} of the test specimen as described in 6.2.1.
- f) Calculate the resistance change ratio by applying the following formula:

$$\text{Resistance change ratio} = 100 \times (R_{pt} - R_{p0}) / R_{p0} [\%]$$

Here, R_{p0} is the resistance value before the test

R_{pt} is the resistance value after the perspiration treatment.

- g) Repeat the above procedure for five specimens and calculate the average value.
- h) Apply the procedure from steps a) to g) using the artificial perspiration acid solution.

6.2.1.4 Report of the results

The report shall include the following items:

- a) identification of measured fabric;
- b) test conditions (room temperature and humidity and type of artificial perspiration);
- c) number of specimens;
- d) average of resistance change ratio;
- e) standard deviation of resistance change ratio.

6.2.2 Detergent resistance

6.2.2.1 Specimens

Prepare five test specimens using the same method as described in 6.2.1.2.

6.2.2.2 Detergent

Detergent shall be selected by a mutual agreement between the user and supplier from standard detergents specified in ISO 6330.

NOTE 1 The "user" can be any of the following: manufacturer of the yarn, manufacturer of the fabric, manufacturer of the semi-finished or end product, or end-user.

NOTE 2 The "supplier" can be any of the following: manufacturer of the raw material, manufacturer of the yarn, manufacturer of the fabric, manufacturer of the semi-finished or end product.

6.2.2.3 Procedure

- Measure the initial sheet resistance R_{d0} of the sample fabric using the method described in 6.1.1.3.
- Immerse the specimens in 2,0 g/l detergent aqueous solution adjusted to $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 24 h.
- Remove the test specimen from the detergent solution and rinse thoroughly with running water.
- Hang the test specimen vertically for 24 h under standard environment (i.e., at $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 4) \% \text{RH}$) to dry.
- Measure the resistance value R_{dt} of the test specimen as described in 6.2.1.
- Calculate the resistance change ratio by applying the following formula:

$$\text{Resistance change ratio} = 100 \times (R_{dt} - R_{d0}) / R_{d0} [\%]$$

Here, R_{d0} is the resistance value before the test

R_{dt} is the resistance value after the detergent treatment.

- Repeat the above procedure for five specimens, and calculate the average value.

6.2.2.4 Report of the results

The report shall include the following items:

- identification of measured fabric;
- test conditions (room temperature and humidity and type of detergent);
- number of specimens;
- average of resistance change ratio;
- standard deviation of resistance change ratio.

Bibliography

IEC 61557-2:2019, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

IEC 62899-101:2019, *Printed electronics – Part 101: Terminology – Vocabulary*

IEC 62899-201-2:2021, *Printed electronics – Part 201-2: Materials – Substrates – Measurement method for properties of stretchable substrate*

IEC 62899-202-4:2021, *Printed electronics – Part 201-4: Materials – Conductive ink – Measurement methods for properties of stretchable printed layers (conductive and insulating)*

ISO 105-C06-C10, *Textiles – Tests for colour fastness – Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering*

ISO 3915:1981, *Plastics – Measurement of resistivity of conductive plastics*

EN 16711-2:2015, *Textiles – Determination of metal content – Part 2: Determination of metals extracted by acidic artificial perspiration solution*

AATCC EP13-2018, *Evaluation procedure for electrical resistance of electronically-integrated textiles*

ASTM D6611-16, *Standard Test Method for Wet and Dry Yarn-on-Yarn Abrasion Resistance*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-201-2:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-201-2:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	23
4 Matériaux et structure	23
4.1 Classification des étoffes conductrices.....	23
4.2 Classification des matériaux isolants	23
5 Conditions atmosphériques de mesure et de conditionnement	24
6 Caractéristiques et méthodes de mesure d'une étoffe conductrice	24
6.1 Propriétés électriques	24
6.1.1 Résistance d'une feuille	24
6.1.2 Courant de fusion	26
6.1.3 Propriétés d'isolation électrique	26
6.2 Résistance chimique et biologique	31
6.2.1 Solidité à la sueur	31
6.2.2 Solidité au détergent	32
Bibliographie.....	33
Figure 1 – Classification des matériaux isolants électriques.....	24
Figure 2 – Éprouvette d'essai pour le mesurage des propriétés isolantes	27
Figure 3 – Installation de l'éprouvette d'essai	28
Figure 4 – Circuit de mesure du côté couche isolante de recouvrement	28
Figure 5 – Circuit de mesure du côté substrat	30
Tableau 1 – Prétension appliquée aux étoffes sans caractéristiques d'allongement	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

Partie 201-2: Textile électronique – Méthodes de mesure des propriétés fondamentales des étoffes conductrices et des matériaux isolants

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. À 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 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.

L'IEC 63203-201-2 a été établie par le comité d'études 124 de l'IEC: Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
124/176/FDIS	124/181/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63203, publiées sous le titre général *Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-201-2:2022

INTRODUCTION

Le présent document contient les dispositions applicables aux étoffes conductrices et aux matériaux isolants utilisés pour les textiles électroniques, ainsi que les méthodes de mesure de leurs propriétés. Lorsqu'une étoffe conductrice devient un produit électronique prêt-à-porter, elle joue le rôle de traces conductrices, d'électrodes conductrices et analogues dans les dispositifs prêts-à-porter de type vêtements. Par conséquent, il est nécessaire de définir des méthodes de mesure des caractéristiques de cette étoffe conductrice.

La série IEC 63203-2 traite principalement des méthodes de mesure du textile électronique (e-textile) des produits électroniques prêts-à-porter.

La série IEC 63203-2 est divisée en parties en fonction de la catégorie du textile électronique. Chaque partie est établie en tant que spécification générique qui contient les informations fondamentales propres au domaine de l'électronique imprimée.

La série IEC 63203-2 comprend les parties suivantes:

IEC 63203-201: Matériaux e-textiles

IEC 63203-201-1: Matériaux e-textiles – Fils conducteurs

IEC 63203-201-2: Matériaux e-textiles – Étoffes conductrices et matériaux isolants

IEC 63203-202: Parties passives électriques pour les e-textiles

IEC 63203-202-1: Parties passives e-textiles – Connecteurs pour applications e-textiles

IEC 63203-203: Éléments fonctionnels e-textiles

IEC 63203-204: Systèmes e-textiles (méthode d'évaluation pour les systèmes prêts-à-porter de type vêtements)

IEC 63203-204-1: Systèmes e-textiles – Méthode d'essai pour l'évaluation de la durabilité au lavage des systèmes e-textiles des vêtements de sport et de loisirs

(Les parties à venir seront établies en fonction d'autres catégories.)

De plus, les spécifications intermédiaires, spécifications particulières-cadres et spécifications particulières de chaque catégorie sont destinées à suivre ces parties.

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

Partie 201-2: Textile électronique – Méthodes de mesure des propriétés fondamentales des étoffes conductrices et des matériaux isolants

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63203-201 spécifie les dispositions applicables aux étoffes conductrices et aux matériaux isolants utilisés pour les textiles électroniques, ainsi que les méthodes de mesure de leurs propriétés.

Les étoffes conductrices traitées dans le présent document constituent les matériaux de base des textiles électroniques et sont utilisées principalement comme traces conductrices, électrodes conductrices et analogues dans les dispositifs prêts-à-porter de type vêtements. Le présent document n'inclut pas les étoffes conductrices à haute résistance utilisées à des fins antistatiques et pour les applications de chauffage.

Les matériaux isolants visés dans le présent document sont des matériaux utilisés pour l'isolation électrique des parties conductrices dans les textiles électroniques. Ils incluent les matériaux de revêtement des parties conductrices, et les étoffes générales qui constituent la structure de base des dispositifs prêts-à-porter de type vêtements.

Le présent document ne définit pas les caractéristiques exigées de l'étoffe conductrice ni des matériaux isolants, mais spécifie les méthodes de mesurage liées aux propriétés générales et électriques de l'étoffe conductrice et des matériaux isolants.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60243-1:2013, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60468:1974, *Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques*

IEC 62631-3-1:2016, *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 105-E04, *Textiles – Essais de solidité des coloris – Partie E04: Solidité des coloris à la sueur*

ISO 139, *Textiles – Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 6330, *Textiles – Méthodes de lavage et de séchage domestiques en vue des essais des textiles*

EN 16812:2016, *Textiles et produits textiles – Textiles électriquement conducteurs – Détermination de la résistance électrique linéaire des pistes conductrices*

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

étoffe conductrice

étoffe, telle un tissu, un tricot, ou une étoffe non tissée ayant une conductivité électrique

Note 1 à l'article: Une étoffe conductrice peut être utilisée pour une ligne de signaux, une ligne de transmission de puissance et un écran électromagnétique.

[SOURCE: IEC 63203-101-1:2021, 3.18]

3.2

matériau isolant

isolant destiné à empêcher la conduction électrique entre des éléments conducteurs

Note 1 à l'article: En électromagnétisme le terme "isolant" est aussi utilisé comme synonyme de "milieu isolant".

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-35, modifié – Le terme "isolant" a été remplacé par le seul terme "matériau isolant" et, dans la définition, est utilisé le terme "isolant" et non plus "matériau".]

3.3

résistance d'une feuille

résistance électrique d'une feuille d'épaisseur nominale uniforme, mesurée entre les côtés opposés d'un carré

Note 1 à l'article: L'unité de résistance d'une feuille est l'Ohm (Ω). Toutefois, afin de ne pas confondre la résistance d'une feuille avec la résistance volumique, l'utilisation de l'unité Ohm par carré ($\Omega/\square$) est recommandée.

Note 2 à l'article: Lorsque l'épaisseur d'une étoffe est connue, la résistivité volumique moyenne du matériau de ladite étoffe peut être calculée comme le produit de la résistance d'une feuille par l'épaisseur de l'étoffe.

Note 3 à l'article: Dans une étoffe conductrice dont la valeur de résistance peut être considérée comme isotrope, l'étoffe peut être considérée comme une feuille et la résistance d'une feuille peut être utilisée comme expression de la conductivité.

[SOURCE: IEC 62899-101:2019, 3.122, modifié – Ces modifications concernent uniquement le texte anglais de la définition et sa Note 2. Et une Note 3 a été ajoutée.]

4 Matériaux et structure

4.1 Classification des étoffes conductrices

"Étoffe" est un terme générique qui qualifie les structures de fibres planes. Les étoffes sont classées comme suit: tissus, tricots et étoffes non tissées. Les étoffes conductrices d'électricité sont des étoffes dont la composition comporte des fils conducteurs ou des fibres conductrices ou qui sont enrobées de matériaux électroconducteurs.

4.2 Classification des matériaux isolants

Les matériaux isolants décrits dans le présent document sont utilisés pour les produits e-textiles qui comportent des étoffes conductrices ou des fils conducteurs d'électricité. Les couches d'étoffes utilisées en tant que matériaux isolants, constituées de fils non conducteurs

génériques sont des étoffes non conductrices dont, par ailleurs, un côté ou les deux côtés peuvent comporter un revêtement non conducteur. Ces étoffes sont utilisées comme substrat pour la disposition des matériaux de filets conducteurs composés d'étoffes conductrices ou de fils conducteurs et analogues.

Les matériaux isolants incluent un film polymère non conducteur et un revêtement en résine non conducteur, outre l'étoffe non conductrice. Ces matériaux forment des couches de protection sur des filets conducteurs et servent d'isolants électriques. Les matériaux isolants électriques sont classés comme cela est représenté à la Figure 1.

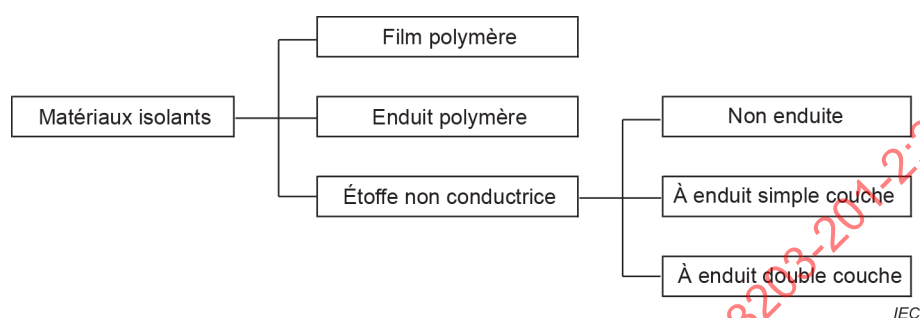


Figure 1 – Classification des matériaux isolants électriques

5 Conditions atmosphériques de mesure et de conditionnement

La préparation, le conditionnement et le mesurage des éprouvettes d'essai doivent être conformes à l'ISO 139 selon l'atmosphère normale de l'ISO 139 (c'est-à-dire une température de 20 °C et une HR de 65 %).

6 Caractéristiques et méthodes de mesure d'une étoffe conductrice

6.1 Propriétés électriques

6.1.1 Résistance d'une feuille

6.1.1.1 Éprouvettes

Découper cinq éprouvettes d'essai dans l'étoffe conductrice. Il convient que chaque éprouvette d'essai ait une largeur W : 10 mm et une longueur effective L : 100 mm ou une autre dimension avec un rapport longueur-largeur similaire ou supérieur. Si l'ensemble de l'éprouvette de l'étoffe n'est pas conductrice, il convient que les éléments conducteurs se prolongent sur toute la longueur du spécimen. Consigner, le cas échéant, un autre rapport longueur-largeur. Les étoffes conductrices ne sont pas des matériaux homogènes et leurs propriétés électriques peuvent comporter une orientation. Une éprouvette d'essai pour laquelle l'orientation est différente par rapport à l'étoffe d'origine peut être découpée si cela est nécessaire.

6.1.1.2 Prétension

Une prétension est indispensable pour obtenir la planéité nécessaire à un bon contact entre l'éprouvette d'étoffe et les électrodes.

La condition de prétension pour l'étoffe sans caractéristiques d'allongement est indiquée dans le Tableau 1 en se référant à l'EN 16812:2016.

La condition de prétension pour l'étoffe avec caractéristiques d'allongement est de 0,1 N par largeur de 10 mm compte tenu de l'EN 16812:2016.

Tableau 1 – Prétension appliquée aux étoffes sans caractéristiques d'allongement

Masse surfacique de l'étoffe (g/m ²)	Tension appliquée (N) par largeur de 10 mm
≤ 200	0,4
> 200 et 500 ≤	1
> 500	2

6.1.1.3 Procédure

La conductivité d'une étoffe conductrice est mesurée en déterminant la résistance d'une feuille R_s . La résistance d'une feuille R_s est déterminée par la procédure suivante.

- Une prétension est appliquée à l'éprouvette conformément au 6.1.1.2.
- Mesurer la résistance R dans le sens longitudinal de l'éprouvette d'essai selon la méthode à quatre électrodes - quatre fils telle qu'elle est définie dans l'IEC 60468:1974 et l'EN 16812:2016.
- Calculer la résistance d'une feuille R_s en appliquant la formule suivante.

$$\text{Résistance d'une feuille } R_s = R (W / L)$$

- Dans le cas d'une conductivité anisotrope, l'utilisateur et le fournisseur déterminent le sens de découpe de l'éprouvette.

Calculer la résistance linéaire R_L en appliquant la formule suivante.

$$\text{Résistance linéaire } R_L = R/L$$

NOTE 1 L'"utilisateur" peut être l'une des personnes suivantes: le fabricant du fil, le fabricant de l'étoffe, celui du produit semi-fini ou du produit final, ou encore l'utilisateur final.

NOTE 2 Le "fournisseur" peut être l'une des personnes suivantes: le fabricant de la matière première, le fabricant du fil, le fabricant de l'étoffe, celui du produit semi-fini ou du produit final.

6.1.1.4 Rapport des résultats

Le rapport doit inclure les éléments suivants:

- identification de l'étoffe conductrice mesurée;
- conditions d'essai (température ambiante et humidité ambiante);
- nombres d'éprouvettes mesurées ;
- moyenne de la résistance d'une feuille et de la résistance linéaire;
- écart-type de la résistance d'une feuille et de la résistance linéaire.

6.1.2 Courant de fusion

6.1.2.1 Généralités

Le présent paragraphe 6.1.2 explique la façon de déterminer le courant qui produit la fusion ou l'inflammation de l'étoffe conductrice sous l'effet Joule, ledit courant circulant dans l'étoffe. Le courant de fusion constitue une valeur fondamentale qui permet de déterminer le courant admissible qui peut circuler dans l'étoffe conductrice.

Il convient de déterminer une marge de sécurité pour le courant admissible au cas par cas, puisque les conditions ambiantes de l'étoffe conductrice dépendent de l'application et de son utilisation.

Il convient que l'environnement de mesure soit équipé d'un sous-sol ininflammable, de mesures de sécurité visant à éteindre des incendies et dispose d'une aération appropriée afin d'éliminer les fumées (toxiques).

6.1.2.2 Procédure

- a) Découper l'éprouvette d'essai selon le 6.1.1.1.
- b) Fixer les électrodes aux deux extrémités de l'éprouvette d'essai de manière à ce que la longueur effective soit de 100 mm. Veiller à ce que l'éprouvette ne se desserre pas en l'absence de vent. Veiller à ce que l'éprouvette ne subisse pas de mouvements ondulatoires en l'absence de vent.
- c) Appliquer une tension continue de telle sorte que le courant initial soit égal à 1 mA.
- d) Augmenter la tension, dans les 10 secondes qui suivent son application, de telle sorte que la vitesse d'augmentation du courant soit de 1 mA/s.
- e) Déterminer le courant de fusion qui correspond au moment de fusion ou d'inflammation de l'éprouvette d'essai.
Lorsque le courant de fusion est inférieur à 10 mA, disposer plusieurs éprouvettes d'étoffe conductrice en parallèle à l'étape b), et déterminer le courant de fusion. Diviser la valeur mesurée par le nombre d'éprouvettes parallèles, en vue d'obtenir le courant de fusion. Dans ce cas, plus de cinq éprouvettes d'essai sont nécessaires.
- f) Répéter l'essai ci-dessus pour cinq éprouvettes et calculer la valeur moyenne du courant de fusion.

6.1.2.3 Rapport des résultats

Le rapport doit inclure les éléments suivants:

- a) identification de l'éprouvette d'essai;
- b) conditions d'essai (température ambiante et humidité ambiante);
- c) nombre d'éprouvettes d'essai;
- d) moyenne de tous les mesurages du courant de fusion (A);
- e) écart-type de tous les mesurages du courant de fusion.

6.1.3 Propriétés d'isolation électrique

6.1.3.1 Généralités

Les performances d'isolation sont une caractéristique de base en vue de comprendre le niveau d'isolation entre l'étoffe conductrice et l'environnement extérieur. La rigidité diélectrique constitue une valeur fondamentale pour l'appréhension de la résistance de l'étoffe conductrice à la tension externe.

Le présent Paragraphe 6.1.3 décrit la façon de mesurer la performance d'isolation du matériau isolant ainsi que la façon dont peut être établie la rigidité diélectrique.

6.1.3.2 Résistance d'isolement du côté recouvrement et recouvrement isolant

6.1.3.2.1 Procédure

- a) Il convient de préparer les éprouvettes d'essai comme cela est représenté à la Figure 2. Les éprouvettes d'essai se composent d'un substrat, d'un conducteur d'allongement rectangulaire de 70 mm × 210 mm et d'une couche isolante de recouvrement de 70 mm × 70 mm.

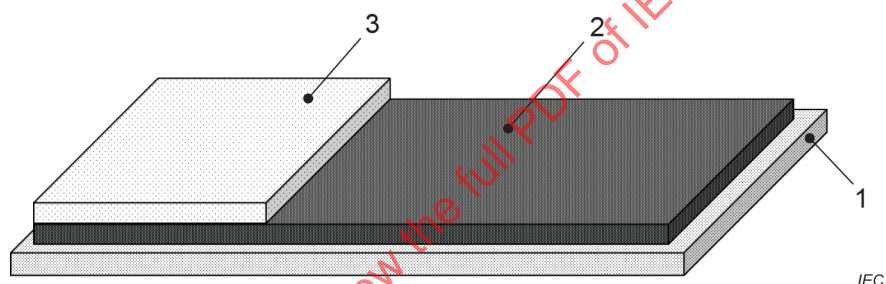
Le substrat de l'éprouvette d'essai doit comporter une marge d'au moins 5 mm de chaque côté des bords du conducteur. Des erreurs de dimensions de ± 1 mm sont admises pour les conducteurs d'allongement et la couche isolante de recouvrement.

- b) Utiliser une électrode avec un anneau de garde pour le mesurage de la résistivité transversale conformément à l'IEC 62631-3-1:2016.

Insérer l'éprouvette d'essai entre l'électrode circulaire E_C avec l'électrode avec anneau de garde E_R et l'électrode de terre E_G , comme cela est représenté à la Figure 3. Plier l'éprouvette en deux et la placer entre les deux électrodes.

Connecter le circuit de mesure comme cela est représenté à la Figure 4.

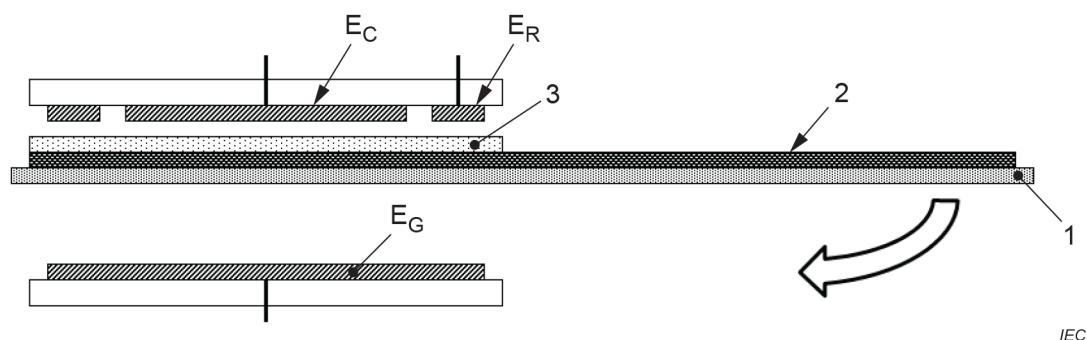
- c) Appliquer une tension de 500 V sauf spécification contraire.
- d) Mesurer le courant 1 min après application de la tension, et calculer la résistance à partir du courant mesuré.



Légende

- 1 substrat d'allongement 70 mm × 210 mm
2 conducteur d'allongement 70 mm × 210 mm
3 isolant d'allongement 70 mm × 70 mm

Figure 2 – Éprouvette d'essai pour le mesurage des propriétés isolantes



Légende

1 substrat d'allongement

2 conducteur d'allongement

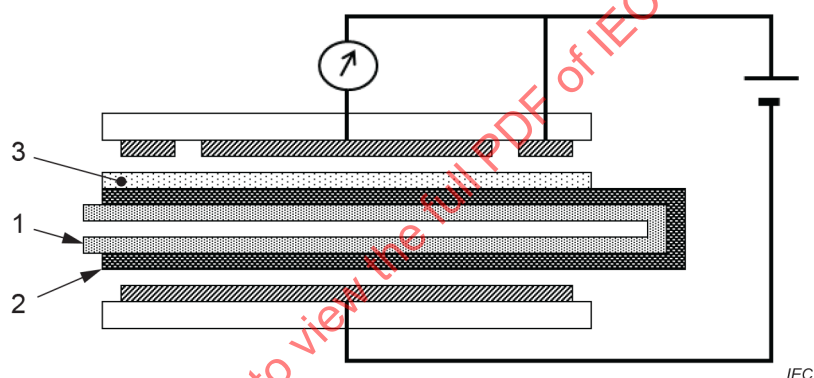
3 isolant d'allongement

E_C électrode circulaire

E_R électrode avec anneau de garde

E_G électrode de terre

Figure 3 – Installation de l'éprouvette d'essai



Légende

1 substrat d'allongement

2 conducteur d'allongement

3 isolant d'allongement

Figure 4 – Circuit de mesure du côté couche isolante de recouvrement

6.1.3.2.2 Rapport des résultats

Le rapport doit inclure les éléments suivants:

- identification des éprouvettes d'essai;
- conditions d'essai (température ambiante et humidité ambiante);
- tension appliquée (V);
- nombre d'éprouvettes d'essai mesurées ;
- moyenne de toutes les valeurs du courant mesuré et de la résistance d'isolement calculée (Ω);
- écart-type de toutes les valeurs de mesure du courant de fusion et de la résistance d'isolement calculée (Ω).