

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrostatics –

Part 4-9: Standard test methods for specific applications – Garments – Resistive characterization

Électrostatique –

Partie 4-9: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Vêtements – Caractéristiques résistives

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61340-4-9:2024



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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, graphical symbols and the glossary. 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 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 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, symboles graphiques et le glossaire. 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 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electrostatics –

Part 4-9: Standard test methods for specific applications – Garments – Resistive characterization

Électrostatique –

Partie 4-9: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Vêtements – Caractéristiques résistives

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.200.99, 29.020

ISBN 978-2-8322-9801-5

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Atmosphere for conditioning and testing	8
5 Equipment and materials	9
5.1 Resistance measurement apparatus	9
5.1.1 General	9
5.1.2 Product qualification	9
5.1.3 Acceptance testing	9
5.1.4 Ohmmeter for testing personnel ground path	9
5.2 Resistance measurement electrodes.....	9
5.2.1 Cylindrical electrodes	9
5.2.2 Clamps or electrodes.....	10
5.2.3 Cuff test fixture.....	10
5.2.4 Hand-held electrode	10
5.3 Support surface	10
5.3.1 Insulative support surface.....	10
5.3.2 Insulative sleeve inserts	10
5.3.3 Insulative hangers	10
6 Test procedure	10
6.1 Sample preparation.....	10
6.1.1 General	10
6.1.2 Number of samples.....	11
6.2 Humidity requirements.....	11
6.3 Test procedures.....	11
6.3.1 General	11
6.3.2 Resistance point-to-point	11
6.3.3 Resistance point-to-groundable point.....	12
6.3.4 Cuff measurements	12
6.3.5 Groundable static control garment system	12
7 Product qualification	13
8 Reporting.....	13
Annex A (informative) Garment types and resistance values	20
Annex B (informative) Data collection sheet (example)	21
Bibliography.....	23
Figure 1 – Test set-up – Resistance point-to-point (sleeve-to-sleeve procedure with insulative sleeve inserts).....	14
Figure 2 – Test set-up – Resistance point-to-point (insulative sleeve insert inserted into sleeve detail)	14
Figure 3 – Test set-up – Resistance point-to-point (panel-to-panel procedure with insulative support surface).....	14
Figure 4 – Test set-up – Resistance point-to-point (cuff-to-cuff procedure)	15

Figure 5 – Test set-up – Resistance point-to-point (electrode inserted into cuff detail)	15
Figure 6 – Test set-up – Resistance point-to-point (hanging clamp sleeve-to-sleeve procedure)	16
Figure 7 – Clamps or electrodes for hanging garment test	16
Figure 8 – Test set-up – Resistance point-to-groundable point (cuff-to-groundable-point procedure with insulative sleeve inserts)	17
Figure 9 – Test set-up – Resistance point-to-groundable point (sleeve-to-groundable-point procedure with insulative sleeve inserts)	17
Figure 10 – Groundable garment cuff test	18
Figure 11 – Test set-up – Groundable static control garment system resistance (groundable garment in combination with a person using a meter and hand-held electrode)	18
Figure 12 – Test set-up – Groundable static control garment system resistance (groundable garment in combination with a person using an integrated tester)	19
Table 1 – Product qualification	13
Table A.1 – Garment types and resistance values	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61340-4-9:2024

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROSTATICS –

**Part 4-9: Standard test methods for specific applications –
Garments – Resistive characterization**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61340-4-9 has been prepared by IEC technical committee 101: Electrostatics. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030 added as requirements for measurement equipment;
- b) testing voltage range for personnel ground path changed from "7 V DC to 30 V DC" to "7 V DC to 100 V DC";

- c) cleaning requirements changed from a minimum of five cycles of cleaning to a minimum of three cycles of cleaning;
- d) moderate humidity requirements deleted;
- e) figures replaced with generic drawings.

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

Draft	Report on voting
101/718/FDIS	101/721/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/publications.

A list of all parts in the IEC 61340 series, published under the general title *Electrostatics*, 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, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 61340 provides test methods for evaluating the electrical resistance of garments that contain surface conductive or dissipative components or materials used in the electronics industry for the control of electrostatic discharge. This document defines procedures for measuring electrical resistance, including a system resistance test for garments that provide a ground path for personnel.

Clothing made from synthetic fibres is a common source of electrostatic charge. Wearing an appropriate static control garment over personnel clothing can minimize the effect of this charge. To effectively control electrostatic charges of the static control garments and effectively shield the electrostatic field of personnel clothing, the static control garment should be grounded.

Three categories of garments are considered in this document.

- a) A static control garment can suppress or otherwise affect an electric field from clothing worn underneath the garment without being attached to ground. However, without grounding, a charge can accumulate on conductive or dissipative elements of a garment, if present, resulting in a charged source.
- b) A groundable static control garment can provide a higher level of suppression when the lower resistance fabric is connected to ground.
- c) A groundable static control garment system provides a ground path for a person that suppresses the electrical field from clothing worn underneath the garment and also bonds the skin of the wearer to an identified ground path. Groundable static control garment systems can also be used in conjunction with a continuous or constant monitoring system in a manner similar to those used in continuous monitoring of wrist straps in an ESD protected area (EPA).

Resistive characterization is only one aspect to consider in evaluating garments for any specific application. To fully characterize a garment, it can be necessary to take into consideration electrical field attenuation, static decay, peak voltage, residual voltage and triboelectric charging. Other attributes related to applications and environments, such as cleanroom compatibility, chemical and fire resistance, should be evaluated in the garment selection process but are beyond the scope of this document.

Garments constructed from fabrics made with fibres that are not surface conductive but can have other related properties that impart some level of electrostatic charge dissipation or suppression when connected to ground, are not specifically measured by the methods provided in this document. This being the case, some garment fabrics and construction can allow for surface voltage accumulation and charge transfer to occur which can be detrimental to electronic items.

Alternate methods for evaluating the electrostatic properties of garments are described in IEC TS 61340-4-2 [1]¹.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

ELECTROSTATICS –

Part 4-9: Standard test methods for specific applications – Garments – Resistive characterization

1 Scope

This part of IEC 61340 provides test methods for measuring the electrical resistance of garments used for static control applications. These test methods can be used for evaluating outer garments that are homogeneously conductive or homogeneously dissipative, or that utilize surface conductive or surface dissipative components or elements.

NOTE It is possible that the test methods defined in this document will not be able to measure materials with buried conductive layers.

The resistance point-to-point test method tests the electrical resistance between the two sleeves, any two panels or any two electrically interconnected components of the static control garment, including the electrical resistance across the seams and cuffs of the garment as applicable.

An alternate sleeve-to-sleeve test method is described, using clamps to hang a garment.

Static control garments that electrically bond to the wearer and provide a path to ground from the wearer are evaluated using the resistance point-to-point test method, the resistance point-to-groundable point test method, as well as a system test to determine the resistance from the person through the garment to the groundable point of the garment system.

A band resistance measurement test is provided in IEC 61340-4-6 which can be used for garments so equipped with cuffs that are intended to perform the same function as a wrist strap band.

The system test with a person wearing a groundable static control garment system includes the ground cord that connects to the groundable point of the garment.

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 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61010-2-030, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits*

IEC 61340-2-3, *Electrostatics – Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid materials used to avoid electrostatic charge accumulation*

IEC 61340-4-6, *Electrostatics – Part 4-6: Standard test methods for specific applications – Wrist straps*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

acceptance testing

testing used to confirm to users that products delivered are substantially the same as the samples used to qualify products

3.2

garment system

any electrically interconnected components of a static control apparel

3.3

point-to-point resistance

resistance measured from one point to another on the surface of the same panel or two different panels of a garment

Note 1 to entry: Point-to-point resistance is expressed in Ω .

3.4

static control garment

personnel garment that is designed for electrostatic charge control

3.5

product qualification

testing used to confirm that products comply with the requirements of an ESD control program or other specification

3.6

groundable static control garment

garment that exhibits an electrical resistance from point-to-point and from any point or panel on the garment to the groundable point on the garment

Note 1 to entry: The groundable point can be a cuff contact to the wearer's skin or a separate dedicated grounding point connector.

3.7

groundable static control garment system

system whereby a garment that is used to establish the primary ground path for a person to the groundable point of the garment and the connection of the garment to ground, typically through a grounding cord

Note 1 to entry: The garment is a groundable static control garment as defined in 3.6, with additional features to enable grounding of the wearer.

4 Atmosphere for conditioning and testing

The following requirements supersede any other specification relating to the atmosphere for conditioning and testing that can be given in one or more of the documents referred to in this document.

Unless otherwise agreed, the atmosphere for conditioning and testing for laboratory evaluations shall be at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and $12\% \pm 3\%$ relative humidity. The conditioning time prior to testing shall be at least 48 h.

5 Equipment and materials

5.1 Resistance measurement apparatus

5.1.1 General

Electrical equipment for measurement shall comply with the safety requirements of IEC 61010-1 and IEC 61010-2-030. The measurement apparatus, called the meter, whether it is a single meter or collection of instruments, shall be capable of the following.

5.1.2 Product qualification

The meter shall have a circuit voltage while under load of $(100 \pm 5)\text{ V}$ for measurements of $1,0 \times 10^6\ \Omega$ and above, and $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ for measurements from $1,0 \times 10^4\ \Omega$ to $1,0 \times 10^6\ \Omega$. The meter shall have an open circuit or under load voltage of $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ for measurement from $1,0 \times 10^3\ \Omega$ to $1,0 \times 10^4\ \Omega$.

The meter shall be capable of making measurements from $1,0 \times 10^3\ \Omega$ to $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

5.1.3 Acceptance testing

The product qualification meter can be used for acceptance testing or the following:

The meter shall have an open circuit voltage of $(100 \pm 5)\text{ V}$ for measurements of $1,0 \times 10^6\ \Omega$ and above, and $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ for measurements less than $1,0 \times 10^6\ \Omega$.

The meter shall be capable of making measurements from $1,0 \times 10^3\ \Omega$ to $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

In case of disagreement, the meter used for product qualification shall be used to resolve any disputes.

5.1.4 Ohmmeter for testing personnel ground path

Integrated tester or meter, whether it is a single meter (ohmmeter) or a collection of instruments that are capable of measuring from $5,0 \times 10^4\ \Omega$ to at least $1,0 \times 10^8\ \Omega$ with a test voltage from 7 V DC to 100 V DC open circuit. If the test voltage exceeds 60 V DC , or 35 V DC in wet locations, the additional safety limits for current and capacitive charge specified in IEC 61010-1 shall be applied.

Both test leads should be capable of being isolated from ground. AC line-powered resistance measuring devices can give erroneous results due to undefined ground paths. Battery powered equipment is recommended.

5.2 Resistance measurement electrodes

5.2.1 Cylindrical electrodes

A cylindrical $2,5\text{ kg} \pm 0,25\text{ kg}$ electrode with a diameter of $63,5\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, having a contact of electrically conductive material with a Shore-A durometer hardness between 50 and 70. The resistance between two electrodes should be less than $1,0 \times 10^3\ \Omega$ when measured at 10 V on a metallic surface.

5.2.2 Clamps or electrodes

The clamps or electrodes shall consist of two flat electrically conductive plates (e.g. stainless steel) with a dimension of approximately 50 mm × 25 mm each. The clamps or electrodes shall be electrically conductive with sufficient compression force to retain and suspend the garment. See Figure 7.

5.2.3 Cuff test fixture

A test fixture comprising an insulative stand and two stainless steel cylinders ($25,0 \pm 0,5$) mm in diameter, with one cylinder fixed to the stand directly above the second. The second cylinder shall have a mass of ($0,11 \pm 0,01$) kg and is mounted in a slot in the stand that allows free vertical movement. See Figure 10.

5.2.4 Hand-held electrode

A hand-held electrode, for example stainless steel, brass, copper or other suitable metal round or tubular stock, approximately 25 mm in diameter and 75 mm or greater in length, with provision for connection to the meter (such as a banana plug receptacle or screw connector) attached to one end of the cylinder. See Figure 11.

5.3 Support surface

5.3.1 Insulative support surface

An insulative surface when used for specimen support shall have a surface resistance of greater than $1,0 \times 10^{12} \Omega$ when measured in accordance with IEC 61340-2-3. The insulative surface shall be large enough to accommodate the entire garment when it is laid out flat.

5.3.2 Insulative sleeve inserts

Two pieces of insulative material meeting the requirements of 5.3.1 cut into approximately 75 mm by 152 mm strips to slide into the sleeves (and cuffs if so equipped) of garments under test to isolate one side of the sleeve from the other.

5.3.3 Insulative hangers

The points to which the clamps described in 5.2.2 holding a garment under test shall be isolated from ground by a resistance greater than $1,0 \times 10^{12} \Omega$ when measured with an instrument meeting the requirements of 5.1.3. Insulating thread can be used for this purpose.

6 Test procedure

6.1 Sample preparation

6.1.1 General

Garments can have a temporary finish on them, either a residue from processing treatments or deliberately applied by garment manufacturers, that can reduce electrical resistance. Such finishes shall be removed before proper evaluation of the long-term properties of garments can be made. This can be achieved by processing garments through a minimum of three cycles of the garment manufacturer's specified or user defined cleaning process, prior to performing laboratory tests.

The person performing the tests should examine the garment's construction and make a general sketch showing separate front and back panels used to fabricate the garment. Number the panels for measurement identification purposes from No. 1 to No. *n*. Identify the sleeves and cuffs as left and right. The groundable points, if they exist, should be shown on the sketch. The sketch should accompany the test results to become part of the test report.

6.1.2 Number of samples

Test a minimum of three samples for each style and manufacturer when using this test method for qualification.

6.2 Humidity requirements

For product qualification, resistance point-to-point, resistance point-to-groundable point and cuff measurements shall be conducted at humidity conditions according to Clause 4. Humidity conditioning for product qualification of the groundable static control garment system is optional and can require a walk-in environmental chamber.

6.3 Test procedures

6.3.1 General

Subclause 6.3 defines the test methods for measuring the electrical resistance of garments. It includes a resistance point-to-point test and a resistance point-to-groundable point test. The described test procedures can be used for product qualification and acceptance testing. A system test for a garment that provides a path to ground from a person while being worn is also described.

6.3.2 Resistance point-to-point

6.3.2.1 Panel-to-panel

Precondition the test samples according to 6.2 as required. Place the garment on an insulative support surface as described in 5.3.1. Place the garment with the front panels opened and laid out as flat as possible (it is possible that larger garments such as overalls will not allow this completely). Place the insulative sleeve inserts from 5.3.2 into each sleeve (including the cuff, if so equipped, or leg cuffs of an overall) of the garment under test. Attach test leads from the resistance measuring apparatus (meter) to the electrodes defined in 5.2.1. Place one electrode on a panel of the sample. Place the second electrode on another panel of the same sample. Ensure the panels are on the insulative support surface and do not touch any other part of the garment. Apply 10 V and observe the reading after 5 s. If the reading is less than $1,0 \times 10^6 \Omega$, record the value. If the reading is greater than or equal to $1,0 \times 10^6 \Omega$, apply 100 V for a minimum of 15 s (or until reading stabilizes) and record the results. Switching the test voltage to 100 V can result in a resistance reading of less than $1,0 \times 10^6 \Omega$. When this occurs the reading made with the 100 V test voltage shall be recorded. Repeat for all electrically interconnected components and panels as well as exterior cuff-to-cuff and sleeve-to-sleeve, making sure that the electrodes are directly above the insulative inserts (see Figure 1, Figure 2 and Figure 3). Resistance point-to-point measurements can give variable results depending on the arrangement of the garment under test and location of electrodes on it. For qualification testing, at least three measurements shall be made with the garment arrangement and electrode location re-arranged between each measurement. The result is the highest of the three measured values. Repeat for all test samples.

6.3.2.2 Interior cuff-to-cuff

Some garments can have an insulative exterior and conductive interior of the cuff or incorporate a wrist strap band or another wrist bonding mechanism or device. Precondition the test samples according to 6.2 as required. Insert the measurement electrodes inside the cuffs or wrist bonding devices (see Figure 4 and Figure 5). Apply 10 V and observe the reading after 5 s. If the reading is less than $1,0 \times 10^6 \Omega$, record the value. If the reading is greater than or equal to $1,0 \times 10^6 \Omega$, apply 100 V for a minimum of 15 s (or until reading stabilizes) and record the results. Switching the test voltage to 100 V can result in a resistance reading of less than $1,0 \times 10^6 \Omega$. When this occurs, the reading made with the 100 V test voltage shall be recorded. Repeat for all test samples.

6.3.2.3 Hanging clamp sleeve-to-sleeve

Precondition the test samples according to 6.2 as required. Hang the garment from each sleeve with electrically isolated clamps (see Figure 6). Place the clamps so that they connect the exterior and the interior of the cuff. The resistance measurement shall be made by attaching a test lead to one clamp and attaching the other test lead to the other clamp. Apply 10 V and observe the reading after 5 s. If the reading is less than $1,0 \times 10^6 \Omega$, record the value. If the reading is greater than or equal to $1,0 \times 10^6 \Omega$, apply 100 V for a minimum of 15 s (or until reading stabilizes) and record the results. Switching the test voltage to 100 V can result in a resistance reading of less than $1,0 \times 10^6 \Omega$. When this occurs, the reading made with the 100 V test voltage shall be recorded. Repeat for all test samples.

6.3.3 Resistance point-to-groundable point

Precondition the test samples according to 6.2 as required. Place the garment with the front panels opened and laid out as flat as possible (it is possible that larger garments such as overalls will not allow this completely) on an insulative support surface as described in 5.3.1. Use one electrode as described in 5.2.1 connected to one test lead of the meter. Place the insulative sleeve insert from 5.3.2 into each sleeve of the garment under test. Place the electrode on a cuff (see 6.3.2.2 for interior cuff-to-cuff measurements), sleeve (directly above the insulative insert) or panel. Connect the other test lead of the meter to the garment groundable point. Apply 10 V and observe the reading after 5 s. If the reading is less than $1,0 \times 10^6 \Omega$, record the value. If the reading is greater than or equal to $1,0 \times 10^6 \Omega$, apply 100 V for a minimum of 15 s (or until reading stabilizes) and record the results. Switching the test voltage to 100 V can result in a resistance reading of less than $1,0 \times 10^6 \Omega$. When this occurs, the reading made with the 100 V test voltage shall be recorded. If cuffs are designated as groundable points, measurements shall be made between sleeves and cuffs or between panels and cuffs; see 6.3.2.2 for cuff-to-cuff measurements. Repeat for all panels, sleeves and cuffs and groundable points (see Figure 8 and Figure 9). Repeat for all test samples.

6.3.4 Cuff measurements

IEC 61340-4-6 provides test methods for the evaluation of wrist strap bands and cuffs. These methods can be adapted for use in testing garment cuffs or any wrist strap cuff type grounding mechanism that can be part of a garment and used to bond to the skin of the wearer. The band resistance test procedure described in IEC 61340-4-6 shall be used to measure the interior resistance of the garment cuff or wrist strap grounding mechanism (see Figure 10).

NOTE Some garments can be used in conjunction with resistance continuous monitoring systems. Garments of this type can have one cuff that provides the skin contact for personnel grounding, and the other cuff is used for monitoring the electrical continuity between the garment and the wearer. The two cuffs are isolated electrically from each other in this type of garment. The manufacturer can be contacted for assistance in measuring this type of garment.

6.3.5 Groundable static control garment system

Users of this document should ensure that garments tested in this procedure meet the grounding requirements at the lowest humidity levels experienced in their facility.

This procedure verifies the resistance path from a person wearing the garment, through the body-garment cuff contacts or wrist strap cuff type grounding mechanism to the ground termination point of the garment grounding wire. Testing in a controlled environment is not a requirement of this subclause. Personnel shall wear the garment under test for a minimum of 10 min prior to testing.

This test is conducted with the meter described in 5.1.4. This test includes the ground cord and wearer's resistance as part of the total system resistance (see Figure 11 and Figure 12). The test can be performed using a proprietary integrated tester (Figure 12) or resistance meter of similar specification (Figure 11). Connect the grounding point of the garment to the tester using the ground cord. Contact is made to the tester via a push button, contact plate (on the integrated tester, Figure 12) or a hand-held electrode (Figure 11). Apply the test voltage and record the result.

7 Product qualification

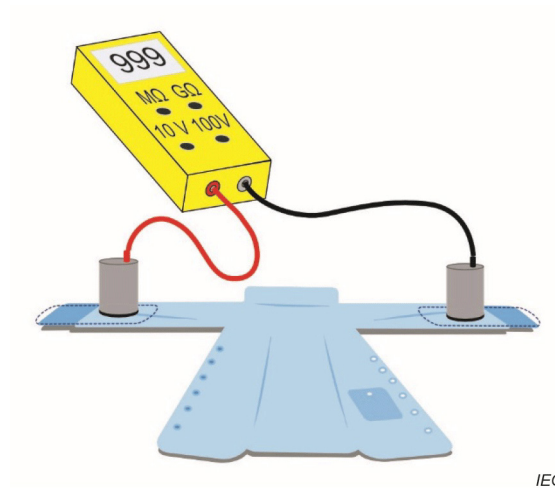
Table 1 describes the test required, based on the garment that is being qualified. For more information on garments, see Annex A.

Table 1 – Product qualification

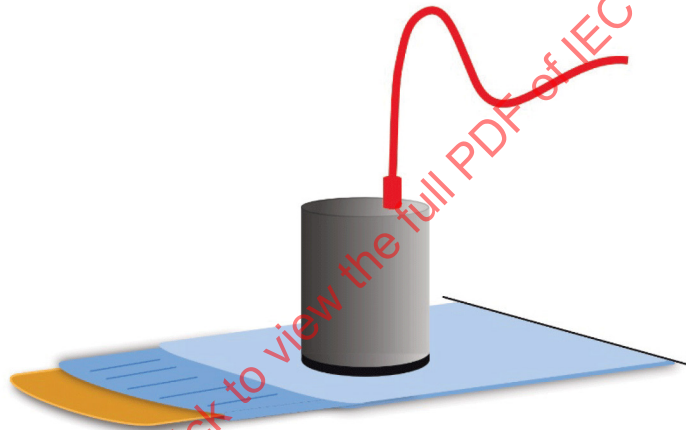
Garment type	Qualification testing required	Options to comply with testing requirements
Static control garment	Resistance point-to-point (see 6.3.2)	Interior cuff-to-cuff (see 6.3.2.2) – only required if exterior of cuff is insulative and interior is conductive
	Panel-to-panel (see 6.3.2.1) – all garments	Hanging clamp sleeve-to-sleeve (see 6.3.2.3) – can be used as an alternative to panel-to-panel or interior cuff-to-cuff testing
Groundable static control garment	Resistance point-to-point (see 6.3.2)	Interior cuff-to-cuff (see 6.3.2.2) – only required if exterior of cuff is insulative and interior is conductive
	Panel-to-panel (see 6.3.2.1) – all garments	Hanging clamp sleeve-to-sleeve (see 6.3.2.3) – can be used as an alternative to panel-to-panel or interior cuff-to-cuff testing
	Resistance point-to-groundable point (see 6.3.3)	Cuff measurements (see 6.3.4) – can be used as an alternative to the method described in 6.3.2.2 when measuring resistance point-to-groundable point
Groundable static control garment system	Resistance point-to-point (see 6.3.2)	Interior cuff-to-cuff (see 6.3.2.2) – only required if exterior of cuff is insulative and interior is conductive
	Panel-to-panel (see 6.3.2.1) – all garments	Hanging clamp sleeve-to-sleeve (see 6.3.2.3) – can be used as an alternative to panel-to-panel or interior cuff-to-cuff testing
	Resistance point-to-groundable point (see 6.3.3)	Cuff measurements (see 6.3.4) – can be used as an alternative to the method described in 6.3.2.2 when measuring resistance point-to-groundable point
	Total system resistance (see 6.3.5)	

8 Reporting

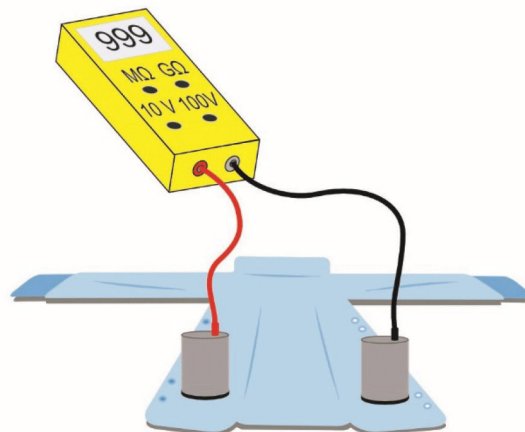
Record all resistance values. Record the voltage levels, relative humidity and temperature for each test sample. Record the type of test equipment used and test date. See Annex B for an example of a data collection sheet with sketches.



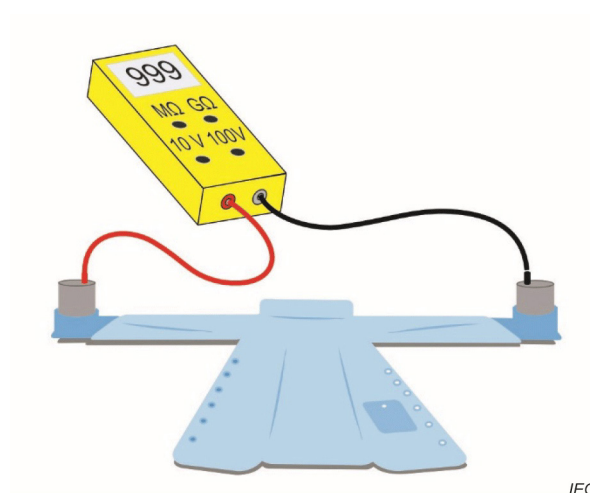
**Figure 1 – Test set-up – Resistance point-to-point
(sleeve-to-sleeve procedure with insulative sleeve inserts)**



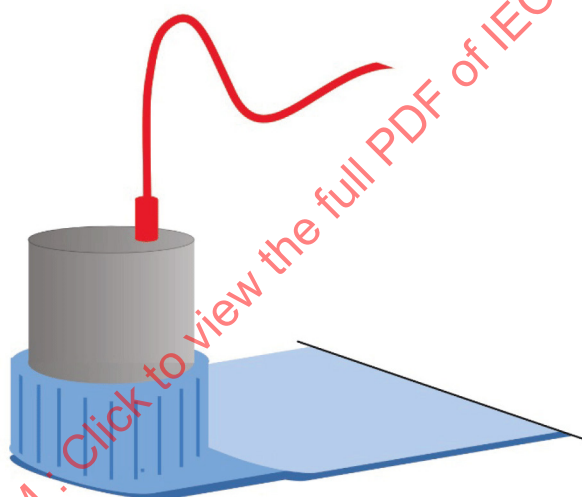
**Figure 2 – Test set-up – Resistance point-to-point
(insulative sleeve insert inserted into sleeve detail)**



**Figure 3 – Test set-up – Resistance point-to-point
(panel-to-panel procedure with insulative support surface)**



**Figure 4 – Test set-up – Resistance point-to-point
(cuff-to-cuff procedure)**



**Figure 5 – Test set-up – Resistance point-to-point
(electrode inserted into cuff detail)**

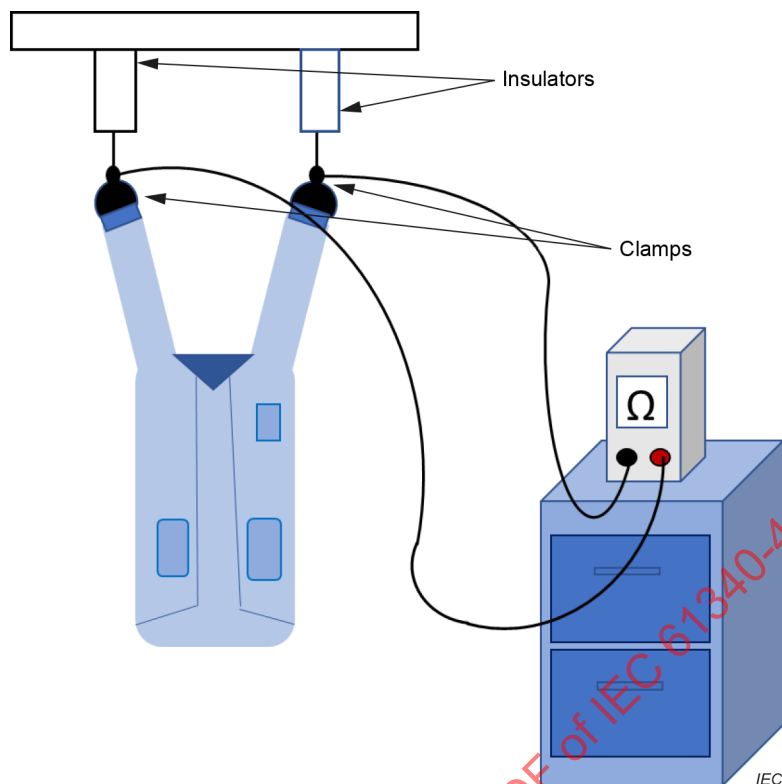


Figure 6 – Test set-up – Resistance point-to-point (hanging clamp sleeve-to-sleeve procedure)

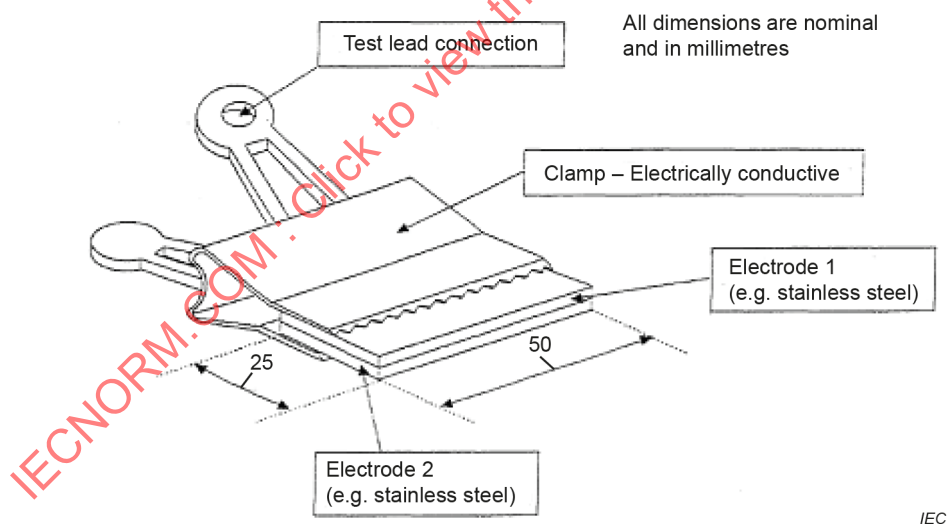
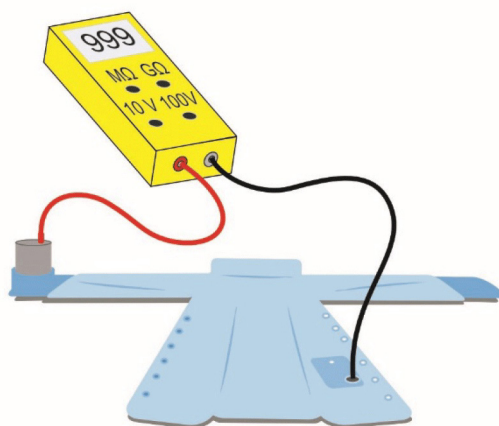
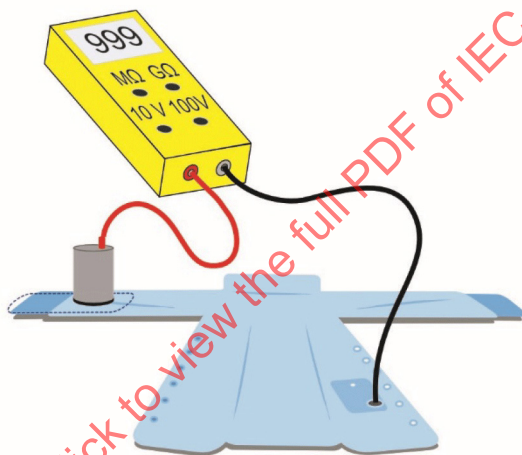


Figure 7 – Clamps or electrodes for hanging garment test



IEC

**Figure 8 – Test set-up – Resistance point-to-groundable point
(cuff-to-groundable-point procedure with insulative sleeve inserts)**



IEC

**Figure 9 – Test set-up – Resistance point-to-groundable point
(sleeve-to-groundable-point procedure with insulative sleeve inserts)**

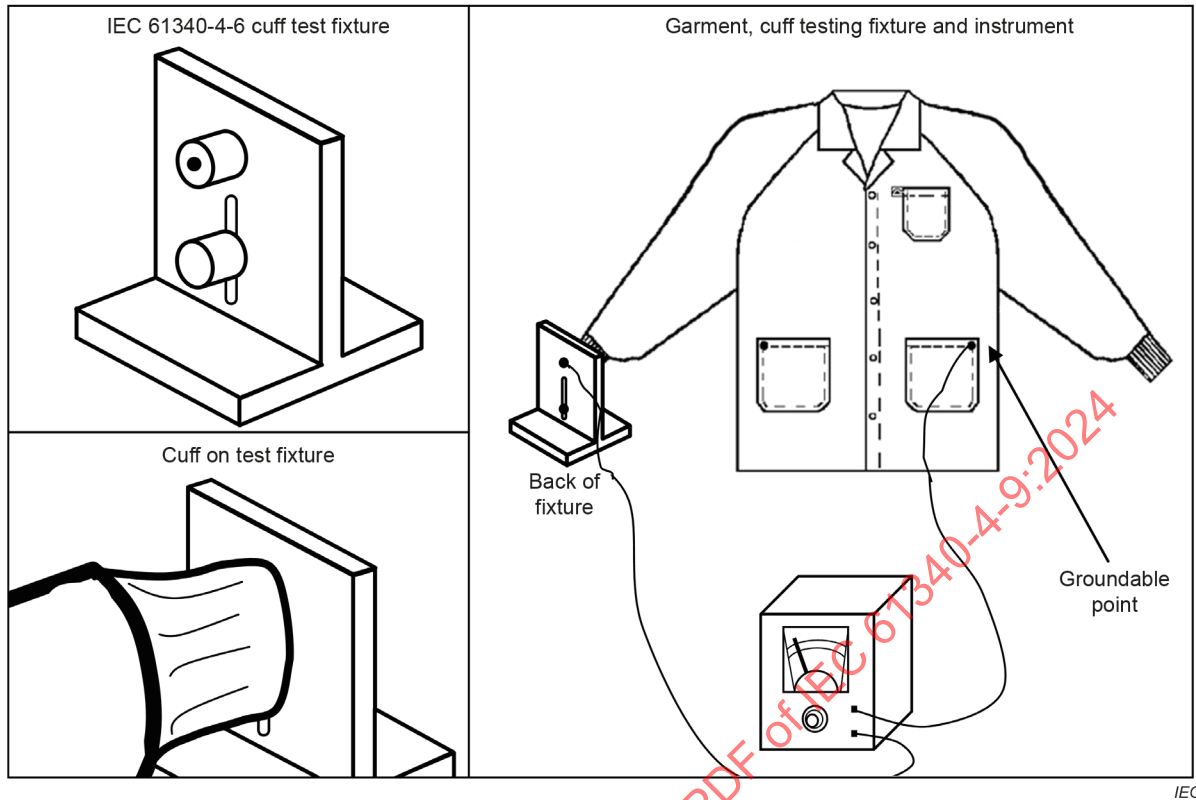


Figure 10 – Groundable garment cuff test

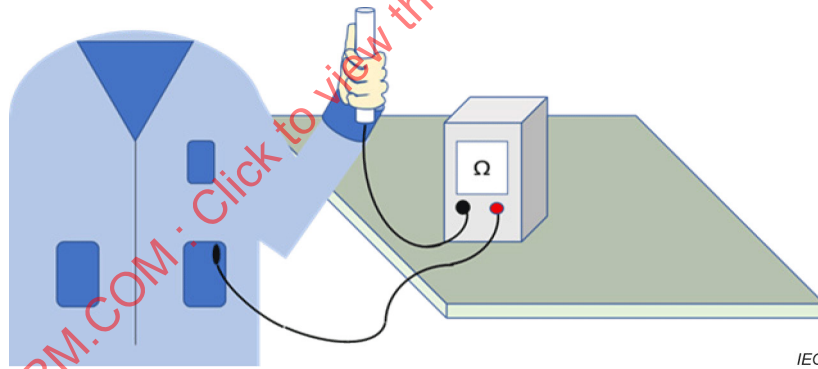


Figure 11 – Test set-up – Groundable static control garment system resistance (groundable garment in combination with a person using a meter and hand-held electrode)

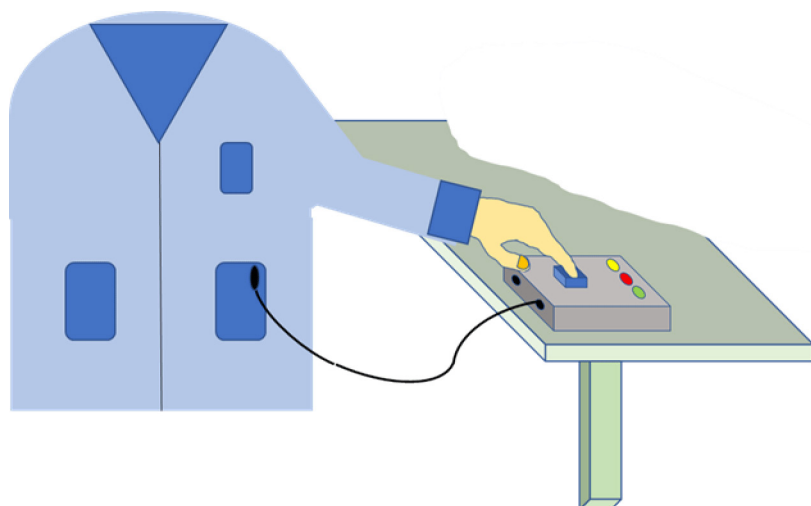


Figure 12 – Test set-up – Groundable static control garment system resistance (groundable garment in combination with a person using an integrated tester)

Annex A (informative)

Garment types and resistance values

Table A.1 provides a list of garment types and resistance values.

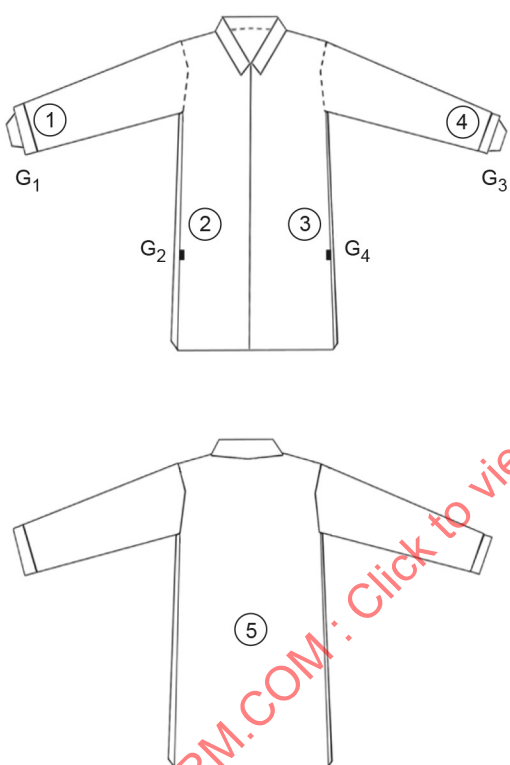
Table A.1 – Garment types and resistance values

Common industry description/Use of garment system	Garment type	Test procedure	Recommended resistance values
Garments with some electrical field suppression properties	Static control garment	Resistance point-to-point	$< 1,0 \times 10^{11} \Omega$
Garments with a designated groundable point	Groundable static control garment	Resistance point-to-point and resistance point-to-groundable point	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
Garment in continuous electrical path with a person; however, not the primary ground path	Groundable static control garment	Resistance point-to-point and resistance point-to-groundable point	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
Grounded with dual paths to ground via continuous monitoring equipment that requires two separate paths to ground	Groundable static control garment system (garment in combination with person)	Resistance point-to-point and resistance point-to-groundable point	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Integrated wrist strap in accordance with IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$
Grounded through a single wire constant monitor system	Groundable static control garment system (garment in combination with person)	Resistance point-to-point and resistance point-to-groundable point	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Integrated wrist strap in accordance with IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$
Garment used as primary grounding path for personnel	Groundable static control garment system (garment in combination with person)	Resistance point-to-point and resistance point-to-groundable point	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Integrated wrist strap in accordance with IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$

The values in Table A.1 are for information only. For required limits see the latest edition of IEC 61340-5-1 [2].

Annex B (informative)

Data collection sheet (example)

GARMENT EVALUATION TEST Resistive characterization		Test conditions and equipment ^a		Report N°				
Manufacturer: _____ Style: _____ Product N°: _____ Procedure: _____ Date: _____		Environment	Condition one (C1)	Condition two (C2)				
		Humidity						
		Temperature						
		Electrode						
		Equipment						
		Voltage						
 G1 and G3: Cuff or wrist strap type grounding mechanism G2 and G4: Ground cord type grounding mechanism IEC		STATIC CONTROL GARMENT						
		Point-to-point	Sample N°		Sample N°		Sample N°	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2
		1 – 2						
		1 – 3						
		1 – 4						
		1 – 5						
		2 – 3						
		2 – 4						
		2 – 5						
		3 – 4						
		3 – 5						
		4 – 5						
		GROUNDABLE STATIC CONTROL GARMENT						
		Point-to-ground	C1	C2	C1	C2	C1	C2
		1 – G4						
		2 – G4						
		3 – G4						
		4 – G4						

^a Only one condition is required.

G1 and G3:
Cuff or wrist strap type grounding mechanism

G2 and G4:
Ground cord type grounding mechanism

IEC

GROUNDABLE STATIC CONTROL GARMENT						
5 – G4						
5 – G2						
4 – G2						
3 – G2						
2 – G2						
1 – G2						

GROUNDABLE STATIC CONTROL GARMENT SYSTEM						
Cuff to ground	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
G1-G2						
G3-G4						
Person to ground	Right	Left	Right	Left	Right	Left

TEST CONDITION AMBIENT

Humidity: _____

Temperature: _____

Test equipment: _____

Comments: _

Submitted by: _____

Bibliography

- [1] IEC TS 61340-4-2, *Electrostatics – Part 4-2: Standard test methods for specific applications – Electrostatic properties of garments*
 - [2] IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61340-4-9:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	30
4 Atmosphère pour le conditionnement et les essais	31
5 Équipement et matériaux	31
5.1 Appareil de mesure de la résistance	31
5.1.1 Généralités	31
5.1.2 Qualification de produit.....	31
5.1.3 Essais de réception	31
5.1.4 Ohmmètre pour les essais du chemin de mise à la terre du personnel	32
5.2 Électrodes de mesure de la résistance.....	32
5.2.1 Électrodes cylindriques.....	32
5.2.2 Pincettes ou électrodes	32
5.2.3 Dispositif d'essai de bord-côte	32
5.2.4 Électrode portable	32
5.3 Surface de support.....	32
5.3.1 Surface de support isolante	32
5.3.2 Inserts de manche isolants	32
5.3.3 Dispositifs de suspension isolants	33
6 Procédure d'essai.....	33
6.1 Préparation de l'échantillon.....	33
6.1.1 Généralités	33
6.1.2 Nombre d'échantillons	33
6.2 Exigences concernant l'humidité	33
6.3 Procédures d'essai	33
6.3.1 Généralités	33
6.3.2 Résistance point à point	34
6.3.3 Résistance point à point de mise à la terre	35
6.3.4 Mesurages des bords-côtes	35
6.3.5 Système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre	35
7 Qualification de produit.....	36
8 Compte-rendu.....	36
Annexe A (informative) Types de vêtements et valeurs de résistance	43
Annexe B (informative) Feuille de collecte de données (exemple).....	44
Bibliographie.....	46
Figure 1 – Montage d'essai – Résistance point à point (procédure manche à manche avec inserts de manche isolants)	37
Figure 2 – Montage d'essai – Résistance point à point (insert de manche isolant inséré dans la manche).....	37
Figure 3 – Montage d'essai – Résistance point à point (procédure pièce à pièce avec surface de support isolante).....	37
Figure 4 – Montage d'essai – Résistance point à point (procédure bord-côte à bord-côte)	38

Figure 5 – Montage d'essai – Résistance point à point (électrode insérée dans un bord-côte).....	38
Figure 6 – Montage d'essai – Résistance point à point (procédure avec pince de suspension manche à manche).....	39
Figure 7 – Pincettes ou électrodes pour l'essai de suspension de vêtement.....	39
Figure 8 – Montage d'essai – Résistance point à point de mise à la terre (procédure appliquée entre le bord-côte et le point de mise à la terre avec inserts de manche isolants).....	40
Figure 9 – Montage d'essai – Résistance point à point de mise à la terre (procédure appliquée entre la manche et le point de mise à la terre avec inserts de manche isolants).....	40
Figure 10 – Essai sur bord-côte d'un vêtement pouvant être relié à la terre	41
Figure 11 – Montage d'essai – Résistance d'un système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne avec utilisation d'un téraohmmètre et d'une électrode portable).....	41
Figure 12 – Montage d'essai – Résistance d'un système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne avec utilisation d'un appareil d'essai intégré).....	42
Tableau 1 – Qualification de produit.....	36
Tableau A.1 – Types de vêtements et valeurs de résistance	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROSTATIQUE –

Partie 4-9: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Vêtements – Caractéristiques résistives

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61340-4-9 a été établie par le comité d'études 101 de l'IEC: Electrostatique. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) l'IEC 61010-1 et l'IEC 61010-2-030 ont été ajoutées comme exigences pour les appareils de mesure;
- b) la plage de tensions d'essai pour le chemin de mise à la terre du personnel est passée de "7 V à 30 V en courant continu" à "7 V à 100 V en courant continu";
- c) les exigences de nettoyage sont passées de cinq cycles de nettoyage au minimum à trois cycles de nettoyage au minimum;
- d) les exigences concernant l'humidité modérée ont été supprimées;
- e) les figures ont été remplacées par des dessins génériques.

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

Projet	Rapport de vote
101/718/FDIS	101/721/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/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61340, publiées sous le titre général *Électrostatique*, se trouve 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. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61340 fournit des méthodes d'essai pour évaluer la résistance électrique des vêtements qui comportent des composants ou des matériaux à surface conductrice ou dissipative, utilisés dans l'industrie électronique pour le contrôle des décharges électrostatiques. Le présent document définit les procédures pour mesurer la résistance électrique, notamment un essai de résistance du système pour les vêtements qui fournissent un chemin de mise à la terre au personnel.

Les vêtements en fibres synthétiques constituent une source courante de charges électrostatiques. Le port d'un vêtement de contrôle des décharges électrostatiques (DES) adapté sur les habits du personnel peut réduire l'effet de telles charges. Afin de contrôler efficacement les charges électrostatiques des vêtements de contrôle des DES et de procurer un blindage efficace des habits du personnel contre les champs électrostatiques, il convient de relier le vêtement de contrôle des DES à la terre.

Trois catégories de vêtements sont prises en considération dans le présent document.

- a) Un vêtement de contrôle des DES peut supprimer ou modifier le champ électrique des habits portés sous le vêtement de contrôle des DES, sans être relié à la terre. Cependant, sans mise à la terre, des charges peuvent s'accumuler sur les éléments conducteurs ou dissipatifs d'un vêtement, le cas échéant, ce qui entraîne l'apparition d'une source chargée.
- b) Un vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre peut procurer un meilleur niveau de suppression du champ électrique lorsque le tissu de résistance inférieure est relié à la terre.
- c) Un système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre assure une liaison à la terre du personnel, en supprimant le champ électrique des habits portés sous le vêtement de contrôle des DES et en reliant également la peau de l'utilisateur à un chemin de mise à la terre identifié. Les systèmes de vêtements de contrôle des DES pouvant être reliés à la terre peuvent également être utilisés conjointement avec un système de surveillance continue ou constante comparable à ceux utilisés pour la surveillance continue des bracelets de conduction dissipative dans une zone de protection électrostatique (EPA, *ESD Protected Area*).

Les caractéristiques résistives ne sont pas le seul aspect à prendre en considération lors de l'évaluation des vêtements pour des applications spécifiques. Pour spécifier les caractéristiques complètes d'un vêtement il peut être nécessaire de tenir compte de l'affaiblissement du champ électrique, de la décroissance des charges statiques, de la tension de crête, de la tension résiduelle et de la charge triboélectrique. Il convient d'évaluer d'autres attributs liés aux applications et aux environnements, comme la compatibilité avec les salles blanches, la résistance chimique et la résistance au feu, dans le cadre du processus de sélection du vêtement, mais ces attributs ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Les vêtements fabriqués à partir de tissus composés de fibres dont la surface n'est pas conductrice, mais qui peuvent posséder d'autres propriétés associées qui procurent un certain niveau de dissipation ou de suppression des charges électrostatiques lorsqu'ils sont reliés à la terre, ne sont pas spécifiquement mesurés selon les méthodes indiquées dans le présent document. Cela étant, certains tissus et certaines structures de vêtements peuvent permettre l'accumulation de tension en surface et un transfert de charge qui peuvent être préjudiciables aux éléments électroniques.

D'autres méthodes d'évaluation des propriétés électrostatiques des vêtements sont décrites dans l'IEC TS 61340-4-2 [1]¹.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

ÉLECTROSTATIQUE –

Partie 4-9: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Vêtements – Caractéristiques résistives

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61340 fournit des méthodes d'essai pour mesurer la résistance électrique des vêtements utilisés pour des applications de contrôle des DES. Ces méthodes d'essai peuvent être utilisées pour évaluer des vêtements extérieurs conducteurs de façon homogène ou dissipatifs de façon homogène, ou qui comportent des composants ou des éléments à surface conductrice ou dissipative.

NOTE Il est possible que les méthodes d'essai spécifiées dans le présent document ne permettent pas le mesurage des matériaux à couches conductrices enfouies.

La méthode d'essai de résistance point à point évalue la résistance électrique entre les deux manches, entre deux pièces ou entre deux composants interconnectés électriquement du vêtement de contrôle des DES, notamment la résistance électrique à travers les coutures et les bords-côtes du vêtement, selon le cas.

Une autre méthode d'essai manche à manche est décrite, en utilisant des pinces pour accrocher un vêtement.

Les vêtements de contrôle des DES qui sont reliés électriquement à l'utilisateur et lui fournissent une liaison à la terre sont évalués selon la méthode d'essai de résistance point à point, la méthode d'essai de résistance point à point de mise à la terre, ainsi que par un essai du système pour déterminer la résistance depuis la personne à travers le vêtement jusqu'au point de mise à la terre du système de vêtement.

L'IEC 61340-4-6 décrit un essai de mesure de résistance de la bande, qui peut être utilisé pour les vêtements qui comportent des bords-côtes destinés à remplir la même fonction qu'un bracelet de conduction dissipative.

L'essai du système réalisé avec une personne portant un système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre inclut le cordon de terre, qui se raccorde au point de mise à la terre du vêtement.

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 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61010-2-030, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 2-030: Exigences particulières pour les appareils équipés de circuits d'essai ou de mesure*

IEC 61340-2-3, *Électrostatique – Partie 2-3: Méthodes d'essais pour la détermination de la résistance et de la résistivité des matériaux solides destinés à éviter les charges électrostatiques*

IEC 61340-4-6, *Électrostatique – Partie 4-6: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Bracelets de conduction dissipative*

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

3.1

essais de réception

essais utilisés pour confirmer aux utilisateurs que les produits livrés sont pratiquement identiques aux échantillons utilisés pour la qualification des produits

3.2

système de vêtement

tout ensemble de composants électriquement interconnectés qui composent un vêtement de contrôle des DES

3.3

résistance point à point

résistance mesurée entre un point et un autre point à la surface d'une même pièce ou de deux pièces différentes d'un vêtement

Note 1 à l'article: La résistance point à point est exprimée en Ω .

3.4

vêtement de contrôle des DES

vêtement destiné au personnel conçu pour contrôler les charges électrostatiques

3.5

qualification de produit

essais utilisés pour confirmer que les produits sont conformes aux exigences d'un programme de contrôle des décharges électrostatiques (DES) ou d'une autre spécification

3.6

vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre

vêtement qui présente une résistance électrique point à point, ainsi qu'entre un point ou une pièce du vêtement et le point de mise à la terre sur le vêtement

Note 1 à l'article: Le point de mise à la terre peut être un contact par bande sur la peau de la personne qui le porte ou un point de raccordement à la terre distinct spécifique.

3.7

système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre

système dans lequel un vêtement est utilisé pour établir le chemin de mise à la terre primaire pour une personne jusqu'au point de mise à la terre sur le vêtement et le raccordement du vêtement à la terre, généralement au moyen d'un cordon de terre

Note 1 à l'article: Le vêtement est un vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre comme cela est défini en 3.6, qui présente des caractéristiques supplémentaires pour permettre la mise à la terre de la personne qui le porte.

4 Atmosphère pour le conditionnement et les essais

Les exigences suivantes annulent toutes les autres spécifications concernant l'atmosphère pour le conditionnement et les essais qui peuvent être données dans un ou plusieurs documents cités en référence dans le présent document.

Sauf accord contraire, l'atmosphère utilisée pour le conditionnement et les essais réalisés dans le cadre des évaluations en laboratoire doit se trouver à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ avec $12\% \pm 3\%$ d'humidité relative. Le conditionnement avant les essais doit durer 48 h au minimum.

5 Équipement et matériaux

5.1 Appareil de mesure de la résistance

5.1.1 Généralités

Les appareils électriques de mesurage doivent satisfaire aux exigences de sécurité de l'IEC 61010-1 et de l'IEC 61010-2-030. L'appareil de mesure, appelé téraohmmètre, qu'il s'agisse d'un téraohmmètre unique ou d'un ensemble d'instruments, doit être capable de réaliser ce qui suit.

5.1.2 Qualification de produit

Le téraohmmètre doit avoir une tension de circuit sous charge de $(100 \pm 5)\text{ V}$ pour les mesurages de résistances supérieures ou égales à $1,0 \times 10^6\ \Omega$, et de $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ pour les mesurages de résistances de $1,0 \times 10^4\ \Omega$ à $1,0 \times 10^6\ \Omega$. Le téraohmmètre doit avoir une tension en circuit ouvert ou sous charge de $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ pour les mesurages de $1,0 \times 10^3\ \Omega$ à $1,0 \times 10^4\ \Omega$.

Le téraohmmètre doit pouvoir réaliser des mesurages de $1,0 \times 10^3\ \Omega$ à $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

5.1.3 Essais de réception

L'appareil de mesure de la qualification de produit peut être utilisé pour les essais de réception ou comme suit:

Le téraohmmètre doit avoir une tension en circuit ouvert de $(100 \pm 5)\text{ V}$ pour les mesurages de résistances supérieures ou égales à $1,0 \times 10^6\ \Omega$, et de $(10 \pm 0,5)\text{ V}$ pour les mesurages de résistances inférieures à $1,0 \times 10^6\ \Omega$.

Le téraohmmètre doit pouvoir réaliser des mesurages de $1,0 \times 10^3\ \Omega$ à $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

En cas de litige, le téraohmmètre utilisé pour la qualification du produit doit être utilisé pour résoudre les différends.

5.1.4 Ohmmètre pour les essais du chemin de mise à la terre du personnel

Appareil d'essai ou téraohmmètre intégré, qu'il s'agisse d'un téraohmmètre unique (ohmmètre) ou d'un ensemble d'instruments, capable de mesurer des résistances comprises entre $5,0 \times 10^4 \Omega$ et $1,0 \times 10^8 \Omega$ au minimum, sous une tension d'essai en circuit ouvert de 7 V à 100 V en courant continu. Si la tension d'essai dépasse 60 V en courant continu ou 35 V en courant continu dans un lieu humide, les limites de sécurité supplémentaires spécifiées dans l'IEC 61010-1 pour le courant et la charge capacitive doivent être appliquées.

Il convient que les deux fils d'essai puissent être isolés de la terre. Les dispositifs de mesure de résistance alimentés par une source de courant alternatif peuvent donner des résultats erronés en raison des chemins de mise à la terre non définis. Un équipement alimenté par batterie est recommandé.

5.2 Électrodes de mesure de la résistance

5.2.1 Électrodes cylindriques

Électrode cylindrique d'une masse de $2,5 \text{ kg} \pm 0,25 \text{ kg}$ et d'un diamètre de $63,5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, qui comporte un contact en matériau électriquement conducteur d'une dureté Shore-A comprise entre 50 et 70. Il convient que la résistance entre les deux électrodes soit inférieure à $1,0 \times 10^3 \Omega$ lorsque celle-ci est mesurée à une tension de 10 V sur une surface métallique.

5.2.2 Pincettes ou électrodes

Les pincettes ou électrodes doivent être constituées de deux plaques électriquement conductrices (en acier inoxydable, par exemple) qui mesurent approximativement $50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ chacune. Les pincettes ou électrodes doivent être électriquement conductrices, avec une force de compression suffisante pour retenir et suspendre le vêtement. Voir Figure 7.

5.2.3 Dispositif d'essai de bord-côte

Dispositif d'essai constitué d'un support isolant et de deux cylindres en acier inoxydable de $(25,0 \text{ mm} \pm 0,5) \text{ mm}$ de diamètre, l'un des cylindres étant fixé au support directement au-dessus du second. Le second cylindre doit avoir une masse de $(0,11 \pm 0,01) \text{ kg}$ et est monté dans une fente du support pour assurer un mouvement vertical libre. Voir Figure 10.

5.2.4 Électrode portable

Une électrode portable, par exemple un objet rond ou tubulaire en acier inoxydable, en laiton, en cuivre ou en tout autre métal approprié, d'environ 25 mm de diamètre et d'au moins 75 mm de longueur, qui comporte un dispositif de raccordement au téraohmmètre (embase pour fiche banane ou connecteur à vis, par exemple) fixé à l'une des extrémités du cylindre. Voir Figure 11.

5.3 Surface de support

5.3.1 Surface de support isolante

La surface isolante, lorsque celle-ci est utilisée comme support de l'échantillon, doit avoir une résistance de surface supérieure à $1,0 \times 10^{12} \Omega$, mesurée conformément à l'IEC 61340-2-3. La surface isolante doit être suffisamment grande pour recevoir le vêtement dans sa globalité lorsque celui-ci est mis à plat.

5.3.2 Inserts de manche isolants

Deux pièces de matériau isolant conformes aux exigences du 5.3.1, découpées dans des bandes d'environ 75 mm par 152 mm, puis glissées dans les manches (et les bords-côtes si le vêtement en comporte) des vêtements à l'essai afin d'isoler l'un des côtés de la manche de l'autre.

5.3.3 Dispositifs de suspension isolants

Points au niveau desquels les pinces décrites en 5.2.2, qui maintiennent le vêtement lors de l'essai, doivent être isolées de la terre avec une résistance supérieure à $1,0 \times 10^{12} \Omega$, mesurée au moyen d'un instrument conforme aux exigences du 5.1.3. Un fil isolant peut être utilisé à cet effet.

6 Procédure d'essai

6.1 Préparation de l'échantillon

6.1.1 Généralités

Les vêtements peuvent être enduits d'une finition provisoire, soit d'un résidu de finition de traitement soit d'une finition appliquée volontairement par les fabricants de vêtements, qui peut réduire la résistance électrique. Ces finitions doivent être retirées afin de pouvoir évaluer correctement les propriétés à long terme des vêtements. Pour ce faire, les vêtements peuvent subir au moins trois cycles du traitement de nettoyage spécifié par le fabricant du vêtement ou défini par l'utilisateur avant de démarrer les essais en laboratoire.

Il convient que la personne qui réalise les essais examine la manière dont est bâti le vêtement et qu'elle établisse un schéma général représentant les pièces avant et arrière séparées, utilisées pour monter le vêtement. Numéroté les pièces pour l'identification des mesures, de n° 1 à n° *n*. Identifier les manches et les bords-côtes, gauche et droite. Si des points de mise à la terre sont présents, il convient de les indiquer sur le schéma. Il convient de joindre le schéma aux résultats d'essai pour l'intégrer au rapport d'essai.

6.1.2 Nombre d'échantillons

Lorsque cette méthode d'essai est utilisée pour la qualification, soumettre à l'essai trois échantillons au minimum pour chaque modèle et chaque fabricant.

6.2 Exigences concernant l'humidité

Pour la qualification de produit, la résistance point à point et la résistance entre un point et le point de mise à la terre et les bords-côtes doivent être mesurées dans des conditions d'humidité conformément à l'Article 4. Le conditionnement à l'humidité pour la qualification de produit du système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre est facultatif et peut nécessiter l'utilisation d'une enceinte climatique accessible de plain-pied.

6.3 Procédures d'essai

6.3.1 Généralités

Le 6.3 définit les méthodes d'essai pour mesurer la résistance électrique des vêtements. Le présent paragraphe décrit un essai de résistance point à point et un essai de résistance point à point de mise à la terre. Les procédures d'essai décrites peuvent être utilisées pour les essais de qualification de produit et pour les essais de réception. Un essai de système est également décrit pour un vêtement qui fournit un chemin de mise à la terre à la personne qui le porte.

6.3.2 Résistance point à point

6.3.2.1 Pièce à pièce

Préconditionner les échantillons d'essai, comme cela est exigé en 6.2. Placer le vêtement sur la surface d'un support isolant, comme cela est décrit en 5.3.1. Placer le vêtement avec les pièces avant ouvertes, puis l'étaler à plat autant que possible (il est possible que les grands vêtements tels que les salopettes ne puissent pas être mis à plat complètement). Placer les inserts de manche isolants du 5.3.2 dans chaque manche (y compris le bord-côte, le cas échéant, ou les bords-côtes de jambes d'une salopette) du vêtement soumis à l'essai. Raccorder les fils d'essai de l'appareil de mesure de la résistance (téraohmmètre) aux électrodes définies en 5.2.1. Placer une électrode sur une pièce de l'échantillon. Placer la seconde électrode sur une autre pièce du même échantillon. S'assurer que les pièces soient sur une surface de support isolante et ne touchent aucune autre partie du vêtement. Appliquer une tension de 10 V, puis observer la lecture après 5 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur indiquée. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer une tension de 100 V pendant au moins 15 s (ou jusqu'à ce que la lecture se stabilise) et consigner les résultats. Le passage de la tension d'essai à 100 V peut générer une lecture de la résistance inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$. Dans un tel cas, la lecture relevée avec la tension d'essai de 100 V doit être consignée. Répéter la procédure pour l'ensemble des pièces et composants interconnectés électriquement ainsi que bord-côte à bord-côte extérieur et manche à manche, en s'assurant que les électrodes sont placées directement au-dessus des inserts isolants (voir Figure 1, Figure 2 et Figure 3). Les mesures de résistance point à point peuvent donner des résultats variables selon le montage du vêtement à l'essai et l'emplacement des électrodes sur celui-ci. Pour les essais de qualification, au moins trois mesurages doivent être effectués avec des montages de vêtement et des positions d'électrode différents entre chaque mesure. Le résultat est la plus élevée des trois valeurs mesurées. Répéter la procédure pour l'ensemble des échantillons d'essai.

6.3.2.2 Bord-côte à bord-côte à l'intérieur

Certains vêtements peuvent comporter un bord-côte isolant à l'extérieur et conducteur à l'intérieur, un bracelet de conduction dissipative ou un autre mécanisme ou dispositif d'attache au poignet. Préconditionner les échantillons d'essai, comme cela est exigé en 6.2. Insérer les électrodes de mesure à l'intérieur des bords-côtes ou des dispositifs d'attache au poignet (voir Figure 4 et Figure 5). Appliquer une tension de 10 V, puis observer la lecture après 5 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur indiquée. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer une tension de 100 V pendant au moins 15 s (ou jusqu'à ce que la lecture se stabilise) et consigner les résultats. Le passage de la tension d'essai à 100 V peut générer une lecture de la résistance inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$. Dans un tel cas, la lecture relevée avec la tension d'essai de 100 V doit être consignée. Répéter la procédure pour l'ensemble des échantillons d'essai.

6.3.2.3 Pince de suspension manche à manche

Préconditionner les échantillons d'essai, comme cela est exigé en 6.2. Suspendre le vêtement par les manches au moyen de pinces isolées électriquement (voir Figure 6). Placer les pinces afin qu'elles connectent électriquement l'extérieur et l'intérieur de la manchette. La résistance doit être mesurée en reliant un fil d'essai à une pince et en reliant l'autre fil d'essai à l'autre pince. Appliquer une tension de 10 V, puis observer la lecture après 5 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur indiquée. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer une tension de 100 V pendant au moins 15 s (ou jusqu'à ce que la lecture se stabilise) et consigner les résultats. Le passage de la tension d'essai à 100 V peut générer une lecture de la résistance inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$. Dans un tel cas, la lecture relevée avec la tension d'essai de 100 V doit être consignée. Répéter la procédure pour l'ensemble des échantillons d'essai.

6.3.3 Résistance point à point de mise à la terre

Préconditionner les échantillons d'essai, comme cela est exigé en 6.2. Placer le vêtement avec les pièces avant ouvertes, puis l'étaler à plat autant que possible (il est possible que les grands vêtements tels que les salopettes ne puissent pas être mis à plat complètement) sur la surface d'un support isolant, comme cela est décrit en 5.3.1. Utiliser une électrode, comme cela est décrit en 5.2.1, connectée au fil d'essai du téraohmmètre. Placer l'insert de manche isolant du 5.3.2 dans chaque manche du vêtement à l'essai. Placer l'électrode sur un bord-côte (voir 6.3.2.2 pour les mesurages bord-côte à bord-côte à l'intérieur), une manche (directement au-dessus de l'insert isolant) ou une pièce. Relier l'autre fil d'essai du téraohmmètre au point de mise à la terre du vêtement. Appliquer une tension de 10 V, puis observer la lecture après 5 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur indiquée. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer une tension de 100 V pendant au moins 15 s (ou jusqu'à ce que la lecture se stabilise) et consigner les résultats. Le passage de la tension d'essai à 100 V peut générer une lecture de la résistance inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$. Dans un tel cas, la lecture relevée avec la tension d'essai de 100 V doit être consignée. Si les bords-côtes sont désignés comme des points de mise à la terre, les mesurages doivent être réalisés entre les manches et les bords-côtes, ou entre les pièces et les bords-côtes; voir 6.3.2.2 pour les mesurages bord-côte à bord-côte. Répéter la procédure pour l'ensemble des pièces, manches, bords-côtes et points de mise à la terre (voir Figure 8 et Figure 9). Répéter la procédure pour l'ensemble des échantillons d'essai.

6.3.4 Mesurages des bords-côtes

L'IEC 61340-4-6 fournit des méthodes d'essai pour l'évaluation des bracelets de conduction dissipative et des bords-côtes. Ces méthodes peuvent être adaptées pour les essais des bords-côtes de vêtement ou des mécanismes de mise à la terre de type bord-côte ou bracelet, qui peuvent être intégrés à un vêtement et utilisés pour relier la peau de l'utilisateur. La procédure d'essai de résistance de la bande décrite dans l'IEC 61340-4-6 doit être utilisée pour mesurer la résistance interne des mécanismes de mise à la terre de type bord-côte ou bracelet du vêtement (voir Figure 10).

NOTE Certains vêtements peuvent être utilisés conjointement avec des systèmes de surveillance continue de la résistance. Les vêtements de ce type peuvent comporter un bord-côte, qui assure le contact avec la peau pour la mise à la terre du personnel, l'autre bord-côte étant utilisé pour surveiller la continuité électrique entre le vêtement et la personne qui le porte. Les deux bords-côtes sont isolés électriquement l'un de l'autre dans ce type de vêtement. Le fabricant peut être contacté afin d'obtenir de l'aide pour le mesurage de ce type de vêtement.

6.3.5 Système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre

Il convient que les utilisateurs du présent document s'assurent que les vêtements soumis aux essais selon cette procédure remplissent les exigences de mise à la terre aux niveaux d'humidité les plus bas rencontrés dans leur installation.

Cette procédure vérifie le chemin de résistance depuis une personne portant le vêtement, passant à travers les contacts du bord-côte du vêtement ou le mécanisme de mise à la terre de type bord-côte ou bracelet, et rejoignant le point d'extrémité de terre du fil de terre du vêtement. La réalisation d'essais dans un environnement contrôlé ne constitue pas une exigence du présent paragraphe. Le personnel doit porter le vêtement à l'essai pendant 10 min au minimum avant de démarrer les essais.

Cet essai est réalisé avec le téraohmmètre décrit en 5.1.4. Cet essai inclut la résistance du cordon de terre et celle de l'utilisateur du vêtement comme faisant partie intégrante de la résistance totale du système (voir Figure 11 et Figure 12). L'essai peut être réalisé au moyen d'un appareil d'essai intégré d'origine (voir Figure 12) ou d'un appareil de mesure de résistance de spécification analogue (voir Figure 11). Raccorder le point de mise à la terre du vêtement à l'appareil d'essai à l'aide du cordon de terre. Le contact est établi avec l'appareil d'essai au moyen d'un bouton poussoir, d'une plaque de contact (sur l'appareil d'essai intégré, voir Figure 12) ou d'une électrode portable (voir Figure 11). Appliquer la tension d'essai, puis consigner le résultat.

7 Qualification de produit

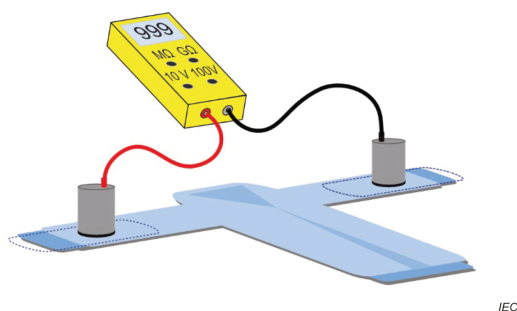
Le Tableau 1 décrit l'essai exigé en fonction du vêtement soumis à la procédure de qualification. Pour plus d'informations sur les vêtements, voir l'Annexe A.

Tableau 1 – Qualification de produit

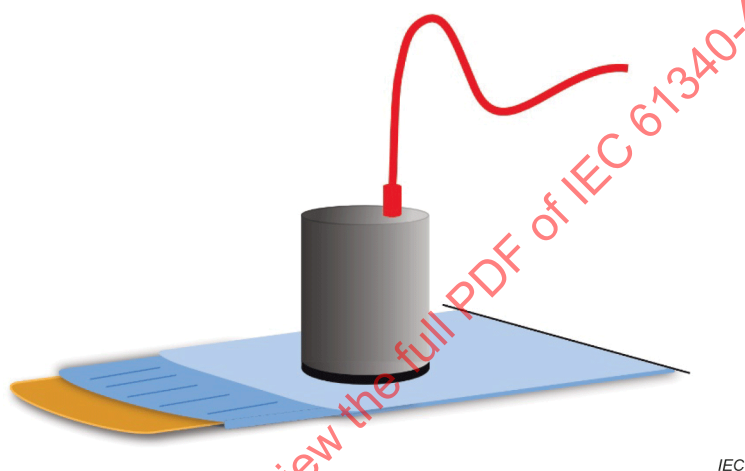
Type de vêtement	Essais de qualification exigés	Options de conformité aux exigences d'essai
Vêtement de contrôle des DES	Résistance point à point (voir 6.3.2)	Bord-côte à bord-côte intérieur (voir 6.3.2.2) – exigé uniquement si l'extérieur du bord-côte est isolant et que l'intérieur est conducteur
	Pièce à pièce (voir 6.3.2.1) – tous les vêtements	Pince de suspension manche à manche (voir 6.3.2.3) – peut être utilisée comme alternative à l'essai pièce à pièce ou bord-côte à bord-côte à l'intérieur
Vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre	Résistance point à point (voir 6.3.2)	Bord-côte à bord-côte intérieur (voir 6.3.2.2) – exigé uniquement si l'extérieur du bord-côte est isolant et que l'intérieur est conducteur
	Pièce à pièce (voir 6.3.2.1) – tous les vêtements	Pince de suspension manche à manche (voir 6.3.2.3) – peut être utilisée comme alternative à l'essai pièce à pièce ou bord-côte à bord-côte à l'intérieur
Système de vêtement de contrôle des DES pouvant être relié à la terre	Résistance point à point de mise à la terre (voir 6.3.3)	Mesurages des bords-côtes (voir 6.3.4) – peuvent être utilisés comme alternative à la méthode décrite en 6.3.2.2 lors du mesurage de la résistance point à point de mise à la terre
	Résistance point à point (voir 6.3.2)	Bord-côte à bord-côte intérieur (voir 6.3.2.2) – exigé uniquement si l'extérieur du bord-côte est isolant et que l'intérieur est conducteur
	Pièce à pièce (voir 6.3.2.1) – tous les vêtements	Pince de suspension manche à manche (voir 6.3.2.3) – peut être utilisée comme alternative à l'essai pièce à pièce ou bord-côte à bord-côte à l'intérieur
	Résistance point à point de mise à la terre (voir 6.3.3)	Mesurages des bords-côtes (voir 6.3.4) – peuvent être utilisés comme alternative à la méthode décrite en 6.3.2.2 lors du mesurage de la résistance point à point de mise à la terre
	Résistance totale du système (voir 6.3.5)	

8 Compte-rendu

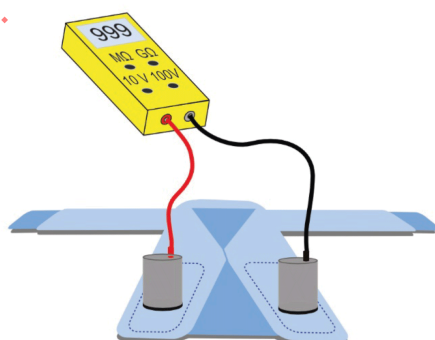
Consigner toutes les valeurs de résistance. Consigner les niveaux de tension, l'humidité relative et la température pour chaque échantillon d'essai. Consigner le type d'équipement d'essai utilisé, ainsi que la date de l'essai. Se reporter à l'Annexe B qui fournit un exemple de feuille de collecte de données, accompagné de schémas.



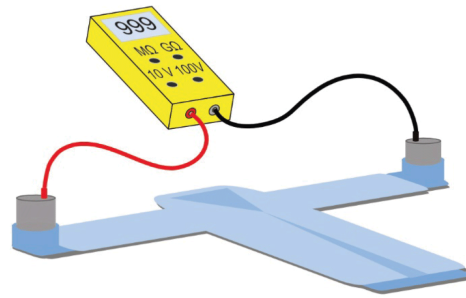
**Figure 1 – Montage d'essai – Résistance point à point
(procédure manche à manche avec inserts de manche isolants)**



**Figure 2 – Montage d'essai – Résistance point à point
(insert de manche isolant inséré dans la manche)**

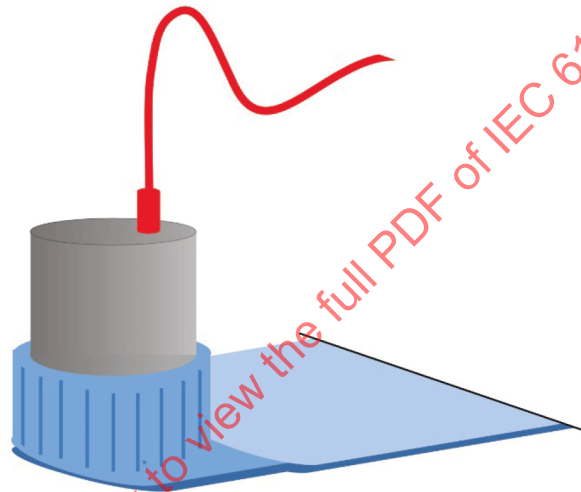


**Figure 3 – Montage d'essai – Résistance point à point
(procédure pièce à pièce avec surface de support isolante)**



IEC

**Figure 4 – Montage d'essai – Résistance point à point
(procédure bord-côte à bord-côte)**



IEC

**Figure 5 – Montage d'essai – Résistance point à point
(électrode insérée dans un bord-côte)**