

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.99; 29.020

ISBN 978-2-8322-3301-6

**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	7
4 Atmosphere for conditioning and testing.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Low humidity.....	8
4.3 Moderate humidity.....	9
5 Equipment and materials	9
5.1 Test equipment requirements	9
5.1.1 Resistance measurement apparatus	9
5.1.2 Resistance measurement electrodes	9
5.1.3 Support surface	10
6 Test procedure	10
6.1 Sample preparation	10
6.1.1 General	10
6.1.2 Sample size	10
6.1.3 Sample sketch	10
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	12
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).....	13
Figure 2 – Test set-up – Resistance point-to-point (insulative sleeve 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 with insulative sleeve inserts).....	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/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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROSTATICS –

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

FOREWORD

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

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) classification of three types of garments
 - static control garments,
 - groundable static control garments, and
 - groundable static control garment system;

- b) additional measurements according to the the garment type including cuff measurements, panel to groundable point, testing with a person in the garment system;
- c) sleeve to sleeve measurements allowed with probes or by hanging;
- d) additional recommended values for new garment types as set out in Annex A.

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

FDIS	Report on voting
101/500/FDIS	101/502/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61340 series, published under the general title *Electrostatics*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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 standard 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 personal clothing can minimize the effect of this charge. To effectively control electrostatic charges, the static control garment should be grounded.

Three categories of garments are considered in this standard.

- a) A static control garment may suppress or otherwise affect an electric field from clothing worn underneath the garment without being attached to ground. However, without grounding, a charge may accumulate on conductive or dissipative elements of a garment, if present, resulting in a charged source.
- b) A groundable static control garment may 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 may 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, electrical field attenuation, static decay, peak voltage, residual voltage and triboelectric charging may need to be considered. 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 standard.

Garments constructed from fabrics made with fibres that are not surface conductive but may 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 standard.

This being the case, some garment fabrics and construction may allow for surface voltage accumulation and charge transfer to occur which may be detrimental to electronic items.

ELECTROSTATICS –

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

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 The test methods defined in this standard may 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 or more 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 allowed, 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, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61340-2-3, *Electrostatics – Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar 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.

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 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 ohms.

3.4

static control garments

personnel garments that are designed for electrostatic charge control

3.5

product qualification

testing used to confirm that products comply with 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 may be a cuff contact to the wearer's skin or separate dedicated grounding point connector.

3.7

groundable static control garment system

garments that are 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 shall also meet all the requirements included in the definition for groundable static control garments.

4 Atmosphere for conditioning and testing

4.1 General

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

4.2 Low humidity

Unless otherwise agreed, the atmosphere for conditioning and testing for laboratory evaluations at low humidity 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.

4.3 Moderate humidity

The atmosphere for conditioning and testing for laboratory evaluations at moderate humidity shall be at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and $50\% \pm 2\%$ relative humidity. The conditioning time prior to testing shall be at least 48 h.

5 Equipment and materials

5.1 Test equipment requirements

5.1.1 Resistance measurement apparatus

5.1.1.1 General

The measurement apparatus, called the meter, whether it is a single meter or collection of instruments, shall be capable of the following.

5.1.1.2 Product qualification

The meter shall have a circuit voltage while under load of 100 V ($\pm 5\%$) for measurements of $1,0 \times 10^6\ \Omega$ and above, and 10 V ($\pm 5\%$) 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 $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

5.1.1.3 Acceptance testing

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

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

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

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

5.1.1.4 Ohmmeter for testing personal ground path

Integrated checker 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 to 30 V DC open circuit.

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

5.1.2 Resistance measurement electrodes

5.1.2.1 Cylindrical electrodes

A cylindrical $2,5\text{ kg} \pm 0,25\text{ kg}$ rubber electrode with a diameter of $65\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$, having a contact of electrically conductive material with a Shore-A (IRHD) 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.

5.1.2.2 Clamps/electrodes

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

5.1.2.3 Cuff test fixture

A test fixture comprising an insulative stand and two stainless steel cylinders approximately 25 mm in diameter, with one cylinder fixed to the stand directly above the second. The second cylinder will weigh approximately 0,11 kg and is mounted in a slot in the stand that allows free vertical movement. See Figure 10.

5.1.2.4 Hand-held electrode

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

5.1.3 Support surface

5.1.3.1 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.

5.1.3.2 Insulative sleeve inserts

Two pieces of insulative material meeting the requirements of 5.1.3.1 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.

5.1.3.3 Insulative hangers

The points to which the clamps described in 5.1.2.2 holding a garment under test shall be isolated from ground to a resistance greater than $1,0 \times 10^{12} \Omega$ when measured with an instrument meeting the requirements of 5.1.1.3. Insulating thread may be used for this purpose.

6 Test procedure

6.1 Sample preparation

6.1.1 General

The test samples shall be processed through a minimum of five cycles of the garment manufacturer's prescribed or user defined cleaning process prior to performing laboratory tests.

6.1.2 Sample size

Test a minimum of three samples for each style and manufacturer for product qualification. For acceptance testing, the sample size shall be determined by the user.

6.1.3 Sample sketch

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 N° 1 to N° *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.

6.2 Humidity requirements

For product qualification, resistance point-to-point, resistance point-to-groundable point and cuff measurements shall be conducted at two humidity conditions according to 4.2 and 4.3. Humidity conditioning for product qualification of the groundable static control garment system is optional and may require a walk-in environmental chamber.

NOTE Laboratory testing has shown that low and moderate humidity conditions do not have a consequential impact on the electrical resistance measurement of a garment in combination with a person.

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 may 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 5.1.3.1. Place the garment with the front panels opened and laid out as flat as possible (larger garments such as overalls may not allow this completely). Place the insulative sleeve inserts from 5.1.3.2 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 5.1.2.1. Place one electrode on a panel of the sample. Place the second electrode on another panel of the same sample. Apply 10 V and observe the reading after 15 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. Repeat for all electrically interconnected components and panels as well as 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). Repeat for all test samples.

6.3.2.2 Cuff-to-cuff

Some garments may 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 15 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. 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 clamp so that it connects the exterior and the interior of the cuff. The resistance measurement shall be made by applying the voltage lead (positive) to one clamp and attaching the sensor lead (negative) to the other clamp. Apply 10 V and observe the reading after 15 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. 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 (larger garments such as overalls may not allow this completely) on an insulative support surface as described in 5.1.3.1. Use one electrode described in 5.1.2.1 connected to the positive lead of the meter. Place the insulative sleeve insert from 5.1.3.2 into each sleeve of the garment under test. Place the electrode on a cuff (or inside as described in 6.3.2.2), sleeve (directly above the insulative insert) or panel. Connect the negative lead of the meter to the garment groundable point. Apply 10 V and observe the reading after 15 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. 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 may be adapted for use in testing garment cuffs or any wrist strap cuff type grounding mechanism that may 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 may 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

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 5.1.1.4. 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 (on the integrated tester, Figure 12) or a hand held electrode (Figure 11). Apply the test voltage and record the result.

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

7 Product qualification

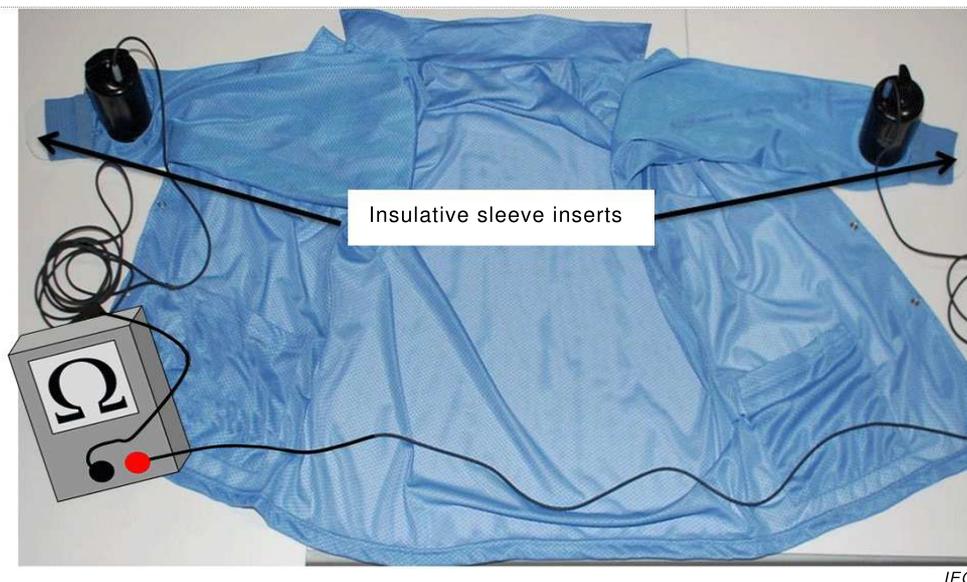
Table 1 describes the test required, based on the garment that is being qualified.

Table 1 – Product qualification

Garment type	Qualification testing required
Static control garment	Point-to-point resistance (see 6.3.2)
Groundable static control garment	Point-to-point resistance Point-to-groundable point panel (if applicable) to groundable point (see 6.3.2 and 6.3.3)
Groundable static control garment system	Point to point resistance from panel to panel Point to groundable point panel to groundable point (see 6.3.2, 6.3.3 and integrated wrist strap in accordance with IEC 61340-4-6)

8 Reporting

Record all resistance values. Record the voltage levels, 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 inserted into sleeve detail)**



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



IEC

Figure 4 – Test set-up – Resistance point-to-point (cuff-to-cuff procedure with insulative sleeve inserts)



IEC

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

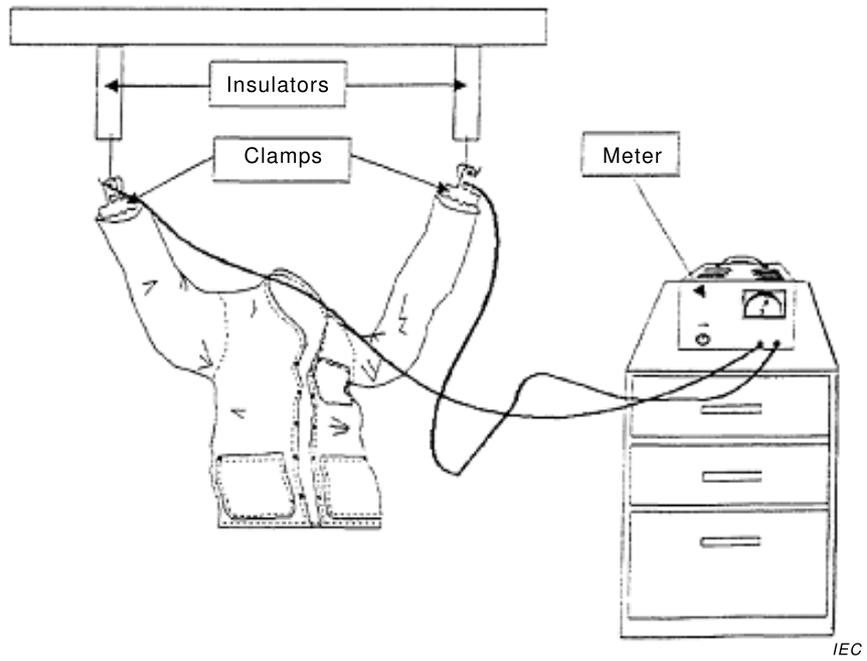


Figure 6 – Test set-up – Resistance point-to-point (hanging clamp sleeve-to-sleeve procedure)

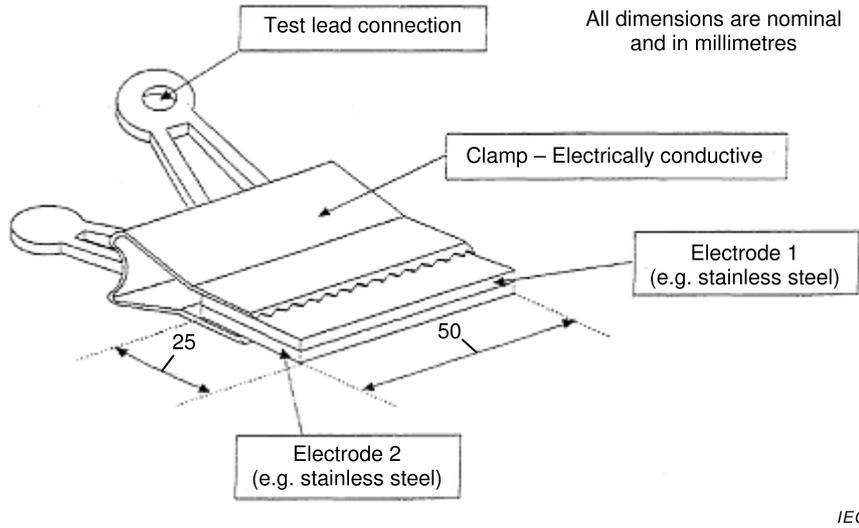
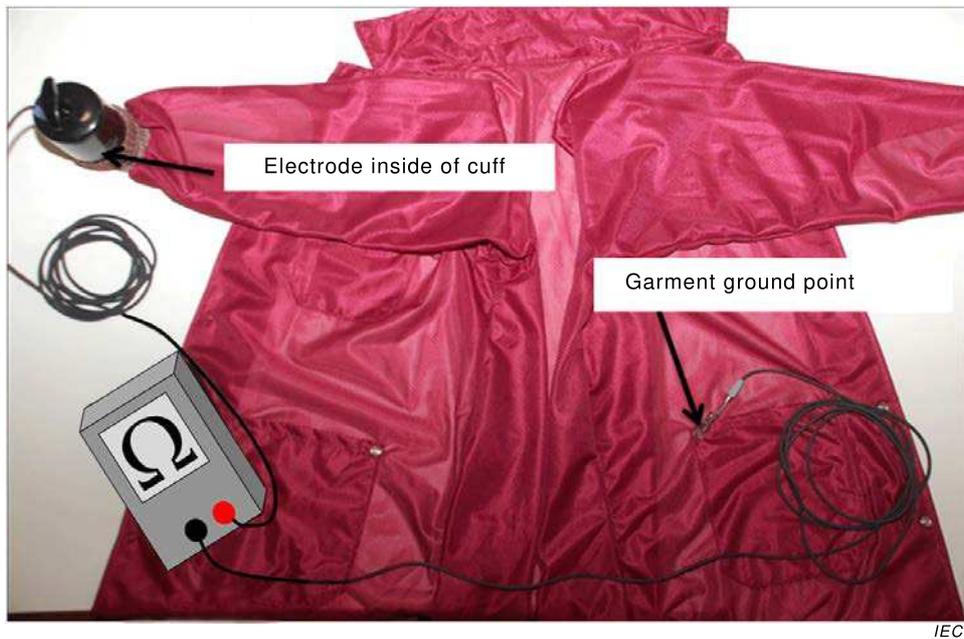
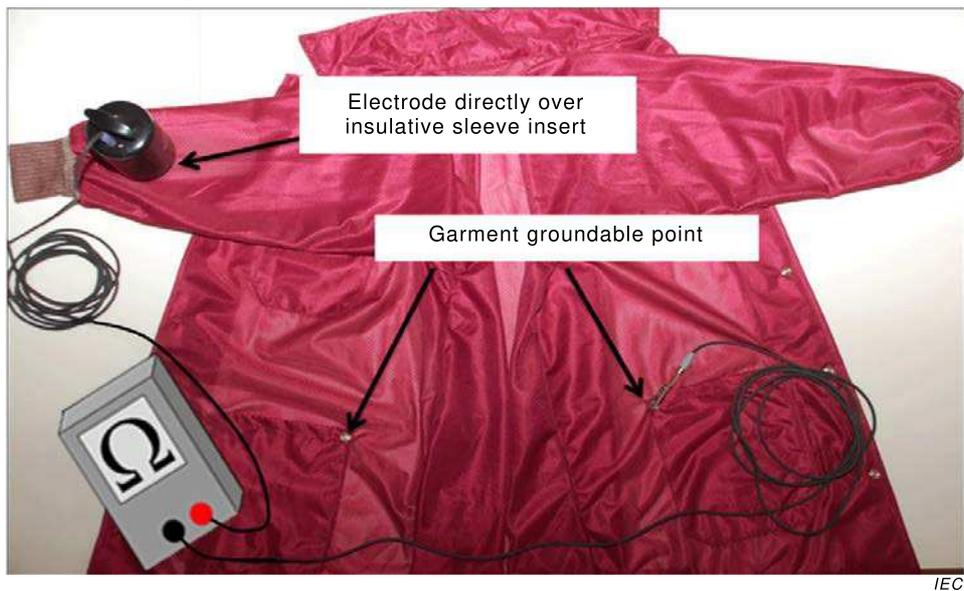


Figure 7 – Clamps/electrodes for hanging garment test



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)

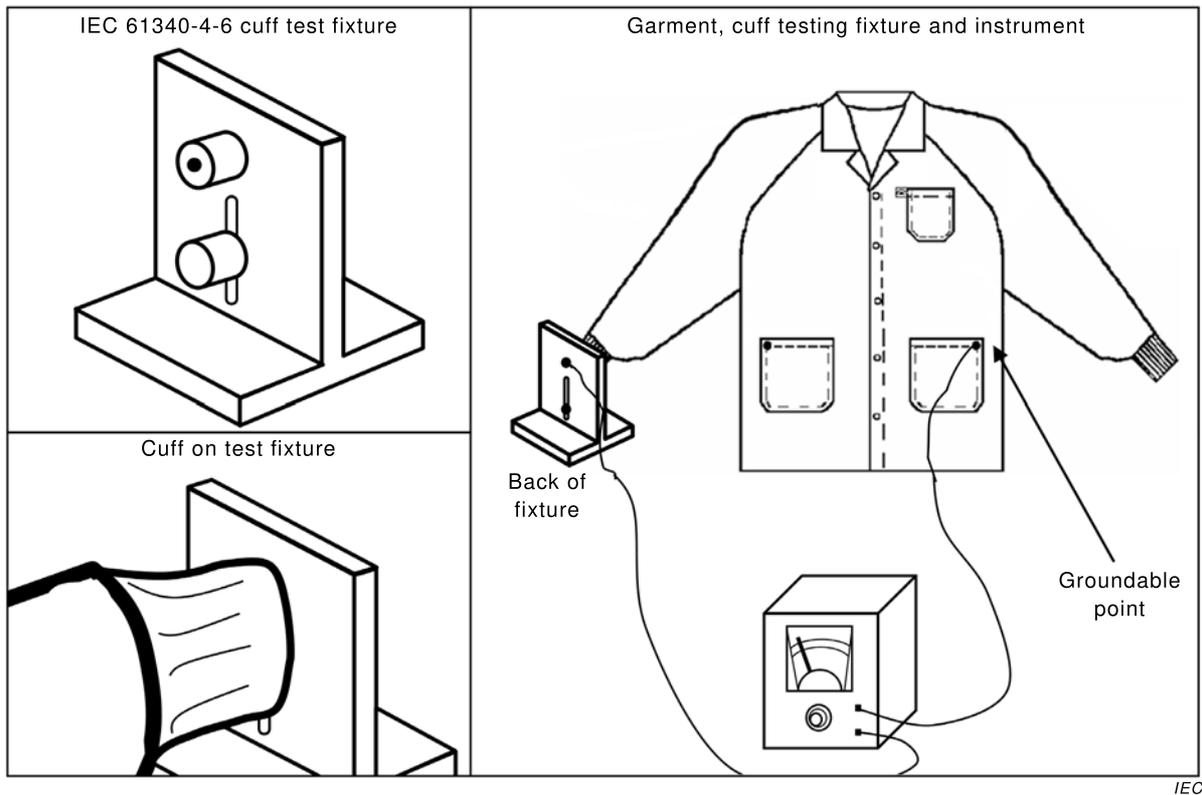


Figure 10 – Groundable garment cuff test

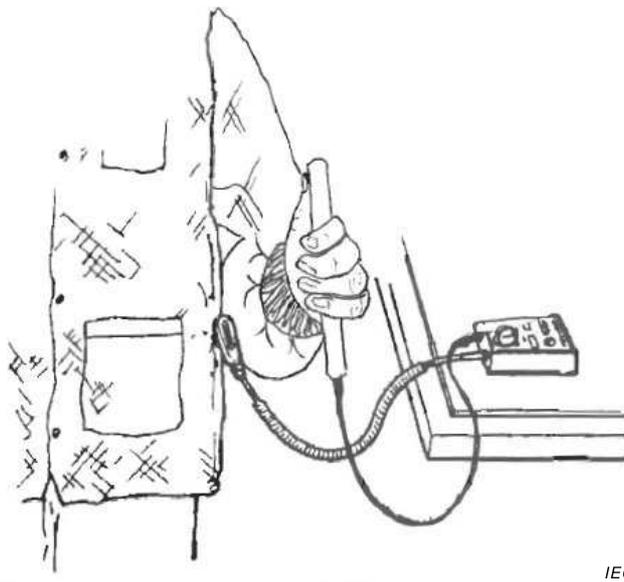
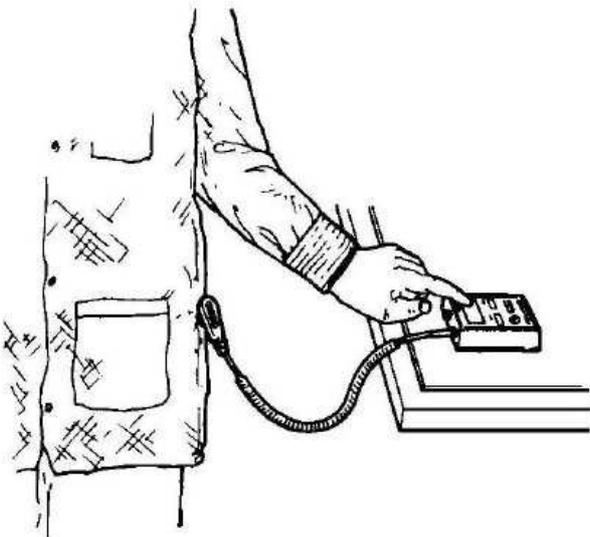


Figure 11 – Test set-up – Groundable static control garment system resistance (groundable garment in combination with a person using a meter and hand-held electrode)



IEC

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

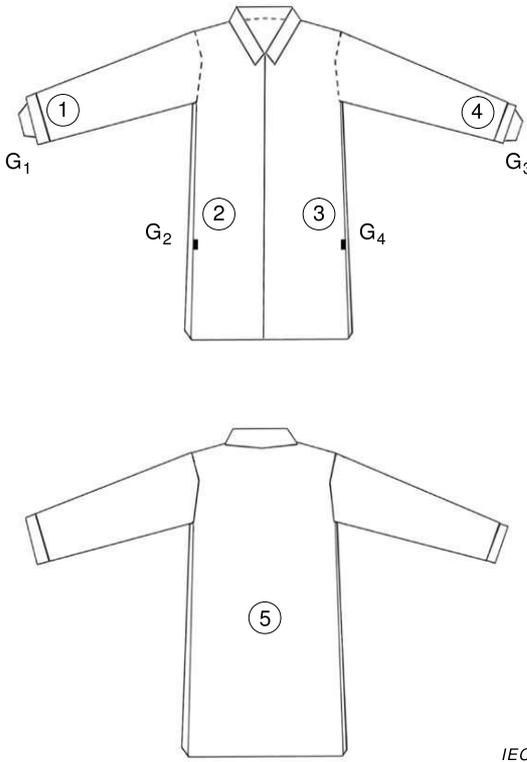
Common industry description/Use of garment system	Garment type	Test procedure	Recommended resistance values
Garments with some electrical field suppression properties	Static control garment	Resistance point to point	$< 1,0 \times 10^{11} \Omega$
Garments with a designated groundable point	Groundable 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	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$

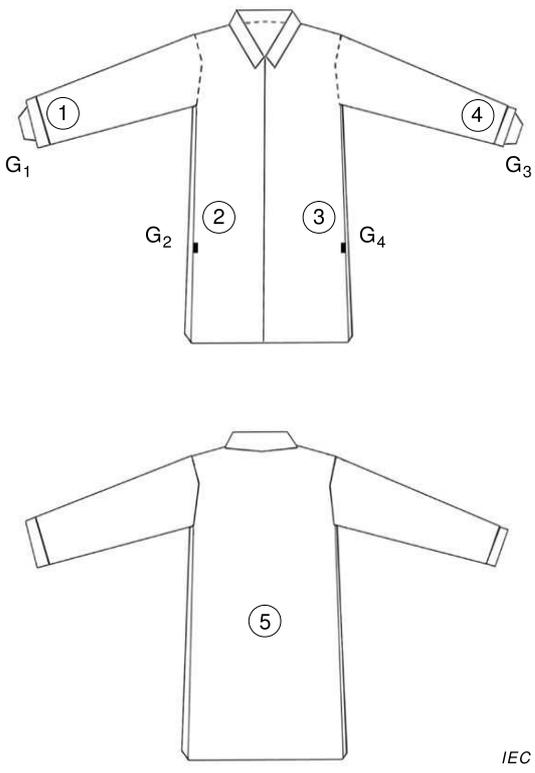
The values in Table A.1 are for information only. For required limits see the latest edition of IEC 61340-5-1 [1]¹.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

Annex B (informative)

Data collection sheet (example)

GARMENT EVALUATION TEST	Test conditions and equipment		Report N°			
Resistive characterization	Environment	Moderate	Low			
Manufacturer: _____	Humidity					
Style: _____		Temperature				
Product N°: _____		Electrode				
Procedure: _____		Equipment				
Date: _____		Voltage				
STATIC CONTROL GARMENT						
						
Point-to-point	Sample N°		Sample N°		Sample N°	
	Mod- erate	Low	Mod- erate	Low	Mod- erate	Low
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	Mod- erate	Low	Mod- erate	Low	Mod- erate	Low
1 – G4						
2 – G4						
3 – G4						
4 – G4						
<p>G1 & G3: Cuff or wrist strap type grounding mechanism</p> <p>G2 & G4: Ground cord type grounding mechanism</p>						

 <p style="text-align: right; margin-top: 20px;"><i>IEC</i></p>	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	
<p style="margin-top: 0;">G1 & G3: Cuff or wrist strap type grounding mechanism</p> <p style="margin-top: 0;">G2 & G4: Ground cord type grounding mechanism</p>							
TEST CONDITION AMBIENT				Comments: _____ _____ _____ Submitted by: _____			
Humidity: _____							
Temperature: _____							
Test equipment: _____							

Bibliography

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

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	30
4.1 Généralités	30
4.2 Humidité relative faible.....	30
4.3 Humidité relative modérée.....	31
5 Equipement et matériaux	31
5.1 Exigences pour l'équipement d'essai	31
5.1.1 Appareil de mesure de la résistance	31
5.1.2 Electrodes de mesure de la résistance	31
5.1.3 Surface du support.....	32
6 Procédure d'essai.....	32
6.1 Préparation de l'échantillon	32
6.1.1 Généralités	32
6.1.2 Taille de l'échantillon	33
6.1.3 Schéma de l'échantillon	33
6.2 Exigences concernant l'humidité relative	33
6.3 Procédures d'essai.....	33
6.3.1 Généralités	33
6.3.2 Résistance point à point.....	33
6.3.3 Résistance point à point pouvant être relié à la terre.....	34
6.3.4 Mesures de bords-côtes	34
6.3.5 Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre.....	34
7 Qualification de produit.....	35
8 Compte-rendu	35
Annexe A (informative) Types de vêtements et valeurs de résistance.....	42
Annexe B (informative) Feuille de collecte de données (exemple)	43
Bibliographie	45
Figure 1 – Montage d'essai – Résistance point à point (procédure manche à manche avec inserts de manche isolants)	36
Figure 2 – Montage d'essai – Résistance point à point (manche isolante insérée dans la manche)	36
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 avec inserts de manche isolants)	37
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 par pince de suspension manche à manche)	38
Figure 7 – Pinces/électrodes pour essai de suspension de vêtement	39

Figure 8 – Montage d’essai – Résistance point à point pouvant être relié à la terre (procédure appliquée entre le bord-côte et le point pouvant être relié à la terre avec inserts de manche isolants).....	39
Figure 9 – Montage d’essai – Résistance point à point pouvant être relié à la terre (procédure appliquée entre le bas de manche et le point pouvant être relié à la terre avec inserts de bas de manche isolants)	40
Figure 10 – Essai sur bord-côte de vêtement pouvant être relié à la terre.....	40
Figure 11 – Montage d’essai – Résistance d’un système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne – utilisation d’un téraohmètre et d’une électrode portable)	41
Figure 12 – Montage d’essai – Résistance d’un système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne – utilisation d’un appareil d’essai intégré).....	41
Tableau 1 – Qualification de produit.....	35
Tableau A.1 – Types de vêtements et valeurs de résistance	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLECTROSTATIQUE –

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

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61340-4-9 a été établie par le comité d'études 101 de l'IEC: Electrostatique.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) classification de trois types de vêtements
 - les vêtements antistatiques,
 - les vêtements antistatiques pouvant être reliés à la terre, et

- le système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre;
- b) mesures supplémentaires selon le type de vêtement, incluant des mesures de bords-côtes, entre pièces et point pouvant être relié à la terre, des essais pratiqués avec une personne dans le système de vêtement;
- c) mesures manche à manche autorisées avec des calibres ou par suspension;
- d) valeurs recommandées supplémentaires pour les nouveaux types de vêtements, comme le montre l'Annexe A.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
101/500/FDIS	101/502/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61340, publiées sous le titre général *Electrostatique*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61340 fournit des méthodes d'essai pour l'évaluation de la résistance électrique des vêtements incluant des composants ou des matériaux à surface conductrice ou dissipative utilisés dans l'industrie électronique pour le contrôle des décharges électrostatiques. La présente norme définit les procédures pour mesurer la résistance électrique, y compris un essai de résistance du système applicable aux 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 antistatique adapté sur les vêtements de la personne peut réduire l'effet de ces charges. Il convient de relier le vêtement antistatique à la terre pour contrôler de manière efficace les charges électrostatiques.

Trois catégories de vêtements sont prises en considération dans la présente norme.

- a) Un vêtement antistatique peut supprimer ou modifier d'une autre manière le champ électrique de l'habillement porté sous le vêtement 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, entraînant l'apparition d'une source chargée.
- b) Un vêtement antistatique pouvant être relié à la terre peut fournir un niveau de suppression plus élevé lorsque le tissu de résistance inférieure est relié à la terre.
- c) Un système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre fournit une liaison à la terre à une personne, qui supprime le champ électrique de l'habillement porté sous le vêtement et relie également la peau de l'utilisateur à un chemin de mise à la terre identifié. Les systèmes de vêtements antistatiques pouvant être reliés à la terre peuvent aussi être utilisés conjointement avec un système de surveillance continue ou constante comparable aux systèmes utilisés pour la surveillance continue des bracelets antistatiques dans une zone de protection électrostatique (EPA)¹.

Les caractéristiques résistives ne sont pas le seul aspect à prendre en considération lors de l'évaluation des vêtements pour toute application spécifique. Pour donner les caractéristiques complètes d'un vêtement, il peut être nécessaire de tenir compte de l'affaiblissement des champs, de l'atténuation des charges statiques, de la tension de crête, de la tension résiduelle et de la charge triboélectrique au frottement. Il convient d'évaluer d'autres attributs liés aux applications et aux environnements, tels que 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 sont pas couverts par le domaine d'application de la présente norme.

Les vêtements fabriqués à partir de tissus composés de fibres dont la surface n'est pas conductrice mais qui peuvent avoir d'autres propriétés associées procurant 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 la présente norme.

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 articles électroniques.

¹ EPA = *Electrostatic protected area*.

ÉLECTROSTATIQUE –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61340 donne des méthodes d'essai pour la mesure de la résistance électrique des vêtements utilisés pour des applications antistatiques. Ces méthodes d'essai peuvent être appliquées à l'évaluation des vêtements extérieurs conducteurs de façon homogène ou dissipatifs de façon homogène, ou incluant des composants ou des éléments à surface conductrice ou dissipative.

NOTE Les méthodes d'essai définies dans la présente norme peuvent ne pas permettre la mesure des matériaux à couches conductrices enfouies.

La méthode d'essai de résistance point à point soumet à essai la résistance électrique entre les deux manches, entre deux pièces quelconques ou entre deux composants quelconques ou plus interconnectés électriquement du vêtement antistatique, ce qui inclut 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 autorisée, utilisant des pinces pour accrocher un vêtement.

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

Un essai de mesure de résistance de bord-côte est décrit dans l'IEC 61340-4-6 qui peut être utilisé pour les vêtements équipés de bords-côtes qui sont 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 antistatique pouvant être relié à la terre inclut le cordon de terre qui se raccorde au point du vêtement pouvant être relié à la terre.

2 Références normatives

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

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

IEC 61340-4-6, *Electrostatique – 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.

3.1

essais de réception

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

3.2

système de vêtement

tout ensemble de composants électriquement interconnectés composant un habillement antistatique

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 ohms.

3.4

vêtements antistatiques

vêtements destinés au personnel conçus pour contrôler les charges électrostatiques

3.5

qualification de produit

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

3.6

vêtement antistatique pouvant être relié à la terre

vêtement présentant une résistance électrique point à point et d'un point ou d'une pièce quelconque du vêtement au point pouvant être relié à la terre sur le vêtement

Note 1 à l'article: Le point pouvant être relié 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 dédié.

3.7

système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre

vêtements utilisés pour établir le chemin de terre primaire pour une personne jusqu'au point pouvant être relié à la terre sur le vêtement et la connexion du vêtement à la terre, généralement au moyen d'un cordon de terre

Note 1 à l'article: Le vêtement doit également satisfaire aux exigences incluses dans la définition relative aux vêtements antistatiques pouvant être reliés à la terre.

4 Atmosphère pour le conditionnement et les essais

4.1 Généralités

Les exigences suivantes supplantent toute autre spécification relative à l'atmosphère pour le conditionnement et les essais qui peuvent figurer dans un ou plusieurs des documents cités en référence dans la présente norme.

4.2 Humidité relative faible

Sauf accord contraire, l'atmosphère pour le conditionnement et les essais réalisés dans le cadre des évaluations en laboratoire à faible humidité relative doit se trouver à une

température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et $12\% \pm 3\%$ d'humidité relative. La durée de conditionnement avant les essais doit être d'au moins 48 h.

4.3 Humidité relative modérée

L'atmosphère pour le conditionnement et les essais réalisés dans le cadre des évaluations en laboratoire à humidité relative modérée doit se trouver à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et $50\% \pm 2\%$ d'humidité relative. La durée de conditionnement avant les essais doit être d'au moins 48 h.

5 Equipement et matériaux

5.1 Exigences pour l'équipement d'essai

5.1.1 Appareil de mesure de la résistance

5.1.1.1 Généralités

L'appareil de mesure, appelé téraohmètre, qu'il s'agisse d'un téraohmètre unique ou d'un ensemble d'instruments, doit être capable de réaliser ce qui suit.

5.1.1.2 Qualification de produit

Le téraohmètre doit avoir une tension de circuit de 100 V ($\pm 5\%$) pour les mesures de $1,0 \times 10^6\ \Omega$ et au-dessus, et de 10 V ($\pm 5\%$) pour les mesures inférieures à $1,0 \times 10^6\ \Omega$.

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

5.1.1.3 Essais de réception

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

Le téraohmètre doit avoir une tension en circuit ouvert de 100 V ($\pm 5\%$) pour les mesures de $1,0 \times 10^6\ \Omega$ et au-dessus, et de 10 V ($\pm 5\%$) pour les mesures inférieures à $1,0 \times 10^6\ \Omega$.

Le téraohmètre doit être capable d'effectuer des mesures pour $1,0 \times 10^3\ \Omega$ à $1,0 \times 10^{12}\ \Omega$.

En cas de litige, le téraohmètre utilisé pour la qualification du produit sera utilisé pour résoudre les différends.

5.1.1.4 Ohmmètre pour essais de chemin de terre personnel

Contrôleur ou téraohmètre intégré, qu'il s'agisse d'un téraohmètre unique (ohmmètre) ou d'un ensemble d'instruments, capable de mesurer de $5,0 \times 10^4\ \Omega$ à $1,0 \times 10^8\ \Omega$ au moins avec une tension d'essai de 7 V à 30 V en circuit ouvert en courant continu.

Il convient que les deux fils d'essai puissent être isolés de la terre. Des dispositifs de mesure de la résistance alimentés en ligne CA peuvent donner des résultats erronés du fait des chemins de terre non définis. Un équipement alimenté par batterie est recommandé.

5.1.2 Electrodes de mesure de la résistance

5.1.2.1 Electrodes cylindriques

Electrode cylindrique en caoutchouc de $2,5\text{ kg} \pm 0,25\text{ kg}$ d'un diamètre de $65\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$, ayant un contact en matériau électriquement conducteur d'une dureté au duromètre Shore-A

(IRHD) comprise entre 50 et 70. Il convient que la résistance entre les deux électrodes soit inférieure à $1,0 \times 10^3 \Omega$ lorsque la mesure est effectuée à 10 V sur une surface métallique.

5.1.2.2 Pincés/électrodes

Les pincés/électrodes doivent être constituées par deux plaques électriquement conductrices (par exemple en acier inoxydable) dont les dimensions approximatives sont de 50 mm × 25 mm chacune. Les pincés/électrodes doivent être électriquement conductrices avec une force de compression suffisante pour retenir et suspendre le vêtement. Voir Figure 7.

5.1.2.3 Montage d'essai de bord-côte

Un montage d'essai comprenant un support isolant et deux cylindres en acier inoxydable d'environ 25 mm de diamètre, avec l'un des cylindres fixé au support directement au-dessus du second. Le deuxième cylindre pèse approximativement 0,11 kg et il est monté dans une fente du support qui permet un mouvement vertical libre. Voir Figure 10.

5.1.2.4 Electrode portable

Objet rond ou tubulaire en acier inoxydable, en laiton ou en cuivre, d'environ 25 mm de diamètre et de 75 mm ou plus de longueur, muni d'un moyen de raccordement au compteur (une embase pour fiche banane ou un connecteur à vis, par exemple) fixé à l'une des extrémités du cylindre. Voir Figure 11.

5.1.3 Surface du support

5.1.3.1 Surface de support isolante

Une surface isolante, lorsqu'elle est utilisée en tant que support d'un spécimen, doit avoir une résistance de surface supérieure à $1,0 \times 10^{12} \Omega$ quand elle est mesurée selon l'IEC 61340-2-3. La surface isolante doit être suffisamment grande pour recevoir le vêtement dans sa globalité lorsqu'il est mis à plat.

5.1.3.2 Inserts de manche isolants

Deux pièces de matériau isolant respectant les exigences du 5.1.3.1, découpées dans des bandes d'environ 75 mm par 152 mm afin de pouvoir se glisser dans les manches (et les bords-côtes le cas échéant) des vêtements à l'essai pour isoler l'un des côtés de la manche de l'autre.

5.1.3.3 Dispositifs de suspension isolants

Points au niveau desquels les pincés décrites en 5.1.2.2, tenant un vêtement en essai, doivent être isolées de la terre à une résistance supérieure à $1,0 \times 10^{12} \Omega$ lorsqu'elle est mesurée avec un instrument satisfaisant aux exigences du 5.1.1.3. Un fil isolant peut être utilisé à cette fin.

6 Procédure d'essai

6.1 Préparation de l'échantillon

6.1.1 Généralités

Les échantillons d'essai doivent subir au moins cinq cycles du traitement de nettoyage prescrit par le fabricant du vêtement ou défini par l'utilisateur avant la réalisation des essais en laboratoire.

6.1.2 Taille de l'échantillon

Soumettre à essai trois échantillons au moins pour chaque modèle et chaque fabricant pour la qualification de produit. Pour les essais de réception, la taille de l'échantillon doit être déterminée par l'utilisateur.

6.1.3 Schéma de l'échantillon

Il convient que la personne qui réalise les essais examine la manière dont le vêtement est bâti et prépare un schéma général représentant les pièces avant et arrière séparées, utilisées pour monter le vêtement. Numérotter les pièces pour l'identification des mesures de No. 1 à No. *n*. Identifier les manches et les bords-côtes comme gauche et droite. Il convient d'indiquer sur le schéma les points pouvant être reliés à la terre, s'ils existent. Il convient de joindre le schéma aux résultats d'essai pour l'intégrer au rapport d'essai.

6.2 Exigences concernant l'humidité relative

Pour la qualification du produit, des mesures de la résistance point à point, de la résistance point à point pouvant être relié à la terre et des bords-côtes doivent être réalisées sous deux conditions d'humidité relative selon 4.2 et 4.3. Le conditionnement à l'humidité relative pour la qualification de produit du système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre est facultatif et peut nécessiter l'utilisation d'une chambre climatique d'essai accessible de plain-pied.

NOTE Des essais en laboratoires ont montré que des conditions d'humidité relative faible et modérée n'ont pas d'incidences sensibles sur la mesure de la résistance électrique d'un vêtement associé à une personne.

6.3 Procédures d'essai

6.3.1 Généralités

Le Paragraphe 6.3 définit les méthodes d'essai pour mesurer la résistance électrique des vêtements. Elle inclut un essai de résistance point à point et un essai de résistance point à point pouvant être relié 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 vers 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 exigé selon 6.2. Placer le vêtement sur la surface d'un support isolant comme décrit en 5.1.3.1. Placer le vêtement avec les pièces avant ouvertes et l'étaler à plat autant que possible (les grands vêtements tels que les salopettes peuvent ne pas le permettre complètement). Placer les inserts de manche isolants du 5.1.3.2 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. Relier les fils d'essai de l'appareil de mesure de la résistance (compteur) aux électrodes définies en 5.1.2.1. Placer une électrode sur une pièce de l'échantillon. Placer la deuxième électrode sur une autre pièce du même échantillon. Appliquer 10 V et observer la lecture après 15 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, enregistrer la valeur. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer 100 V pendant 15 s au minimum (ou jusqu'à la stabilisation de la lecture) et consigner les résultats. Répéter pour tous les composants et pièces interconnectés électriquement ainsi que bord-côte à bord-côte 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). Répéter pour tous les échantillons d'essai.

6.3.2.2 Bord-côte à bord-côte

Certains vêtements peuvent avoir un bord-côte isolant à l'extérieur et conducteur à l'intérieur ou comporter un bracelet de conduction dissipative ou encore un autre mécanisme ou

dispositif d'attache au poignet. Préconditionner les échantillons d'essai comme exigé selon 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 10 V et observer la lecture après 15 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer 100 V pendant 15 s au minimum (ou jusqu'à la stabilisation de la lecture) et consigner les résultats. Répéter pour tous les échantillons d'essai.

6.3.2.3 Pince de suspension manche à manche

Préconditionner les échantillons d'essai comme exigé selon 6.2. Suspendre le vêtement par les manches avec des pinces isolées électriquement (voir Figure 6). Placer la pince afin qu'il connecte l'extérieur et l'intérieur de la manchette. La mesure de la résistance doit être réalisée en appliquant le fil sous tension (positif) sur une pince et en fixant le fil du capteur (négatif) sur l'autre pince. Appliquer 10 V et observer la lecture après 15 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer 100 V pendant 15 s au minimum (ou jusqu'à la stabilisation de la lecture) et consigner les résultats. Répéter pour tous les échantillons d'essai.

6.3.3 Résistance point à point pouvant être relié à la terre

Préconditionner les échantillons d'essai comme exigé selon 6.2. Placer le vêtement avec les pièces avant ouvertes et l'étaler à plat autant que possible (les grands vêtements tels que les salopettes peuvent ne pas le permettre complètement) sur la surface d'un support isolant comme décrit en 5.1.3.1. Utiliser une électrode décrite en 5.1.2.1 connectée au fil positif du compteur. Placer l'insert de manche isolant du 5.1.3.2 dans chaque manche du vêtement en essai. Placer l'électrode sur un bord-côte (ou à l'intérieur comme décrit en 6.3.2.2), une manche (directement au-dessus de l'insert isolant) ou une pièce. Connecter le fil négatif du compteur au point du vêtement pouvant être relié à la terre. Appliquer 10 V et observer la lecture après 15 s. Si la lecture est inférieure à $1,0 \times 10^6 \Omega$, consigner la valeur. Si la lecture est supérieure ou égale à $1,0 \times 10^6 \Omega$, appliquer 100 V pendant 15 s au minimum (ou jusqu'à la stabilisation de la lecture) et consigner les résultats. Si les bords-côtes sont désignés comme des points pouvant être reliés à la terre, les mesures doivent être réalisées entre les manches et les bords-côtes, ou entre les pièces et les bords-côtes; voir 6.3.2.2 pour les mesures bord-côte à bord-côte. Répéter pour toutes les pièces, manches, bords-côtes et points pouvant être reliés à la terre (voir Figure 8 et Figure 9). Répéter pour tous les échantillons d'essai.

6.3.4 Mesures de 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 s'appliquer aux essais sur les mécanismes de mise à la terre des bords-côtes ou des bracelets de vêtement de type à bord-côte susceptibles d'être intégrés dans un vêtement et utilisés pour relier la peau de la personne qui le porte. La procédure d'essai de résistance de bords-côtes décrite dans l'IEC 61340-4-6 peut être utilisée pour mesurer la résistance intérieure du mécanisme de mise à la terre des bords-côtes ou du bracelet de conduction dissipative du vêtement (voir Figure 10).

NOTE Certains vêtements peuvent être utilisés conjointement avec des systèmes de surveillance en continu de la résistance. Les vêtements de ce type peuvent avoir un bord-côte assurant 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 une assistance pour la mesure de ce type de vêtement.

6.3.5 Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre

Cette procédure vérifie le chemin de résistance depuis une personne portant le vêtement, passant à travers le mécanisme de mise à la terre des contacts de bords-côtes ou des bracelets de vêtement corporel de type à bord-côte 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 en essai pendant une durée minimale de 10 min avant les essais.

Cet essai est réalisé avec le compteur décrit en 5.1.1.4. Cet essai inclut la résistance du fil de terre et celle de l'utilisateur du vêtement en tant que 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 (Figure 12) ou d'un appareil de mesure de résistance de spécification similaire (Figure 11). Raccorder le point de mise à la terre du vêtement à l'appareil d'essai à l'aide du fil de terre. Le contact est établi avec l'appareil d'essai au moyen d'un bouton poussoir (situé sur l'appareil d'essai intégré, Figure 12) ou d'une électrode portable (Figure 11). Appliquer la tension d'essai et enregistrer le résultat.

Il convient que les utilisateurs de la présente norme s'assurent que les vêtements soumis aux essais dans le cadre de cette procédure répondent aux exigences de mise à la terre aux niveaux d'humidité les plus bas rencontrés dans leur installation.

7 Qualification de produit

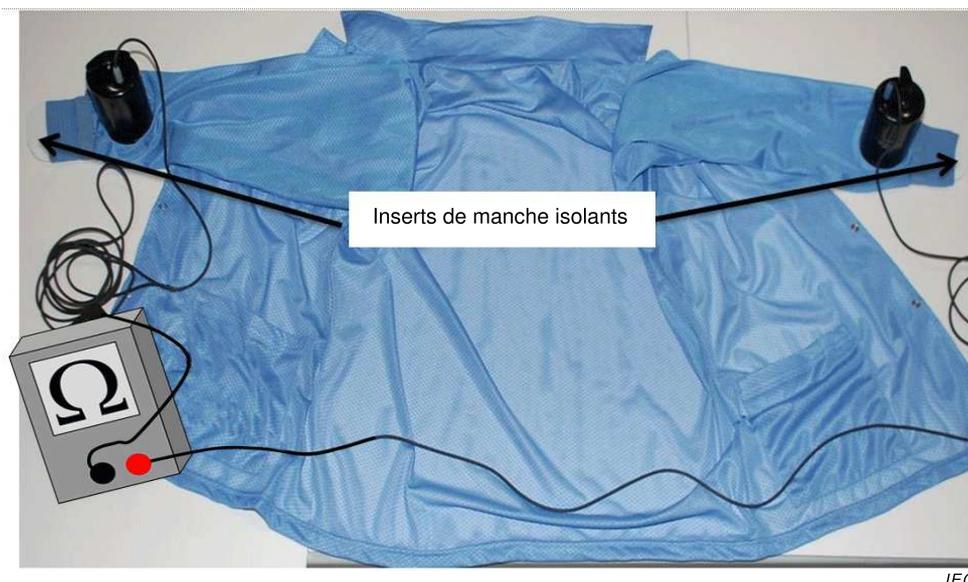
Le Tableau 1 décrit l'essai exigé en fonction du vêtement soumis à la procédure de qualification.

Tableau 1 – Qualification de produit

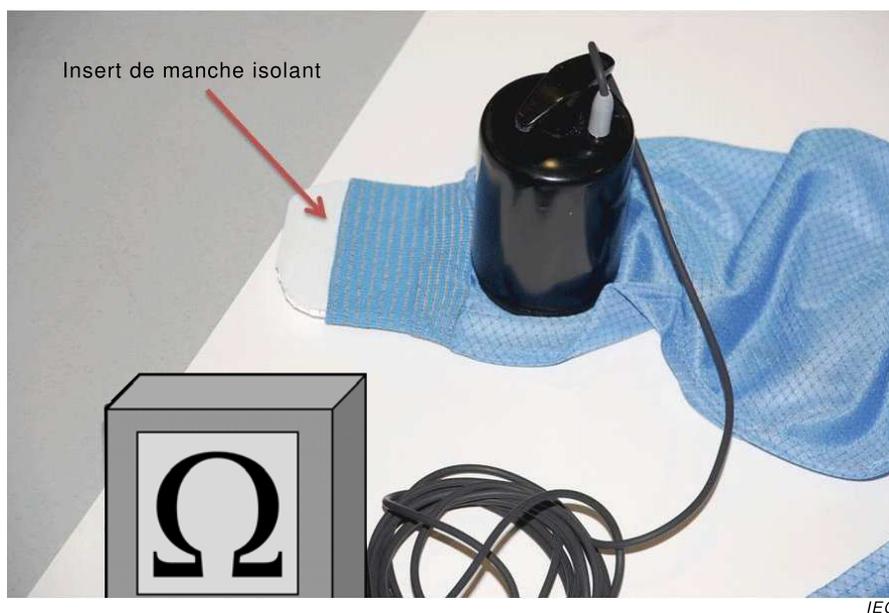
Type de vêtement	Essais de qualification exigés
Vêtement antistatique	Résistance point à point (voir 6.3.2)
Vêtement antistatique pouvant être relié à la terre	Résistance point à point Point à point pouvant être relié à la terre d'une pièce (le cas échéant) à un point pouvant être relié à la terre (voir 6.3.2 et 6.3.3)
Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre	Résistance point à point de pièce à pièce Point à point pouvant être relié à la terre d'une pièce (voir 6.3.2, 6.3.3 et bracelet de conduction dissipative intégré conformément à l'IEC 61340-4-6)

8 Compte-rendu

Enregistrer toutes les valeurs de résistance. Enregistrer les niveaux de tension, l'humidité et la température pour chaque échantillon d'essai. Enregistrer le type d'équipement d'essai utilisé et la date de l'essai. Voir l'Annexe B proposant un exemple de feuille de collecte de données accompagnée 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
(manche isolante insérée dans la manche)**



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

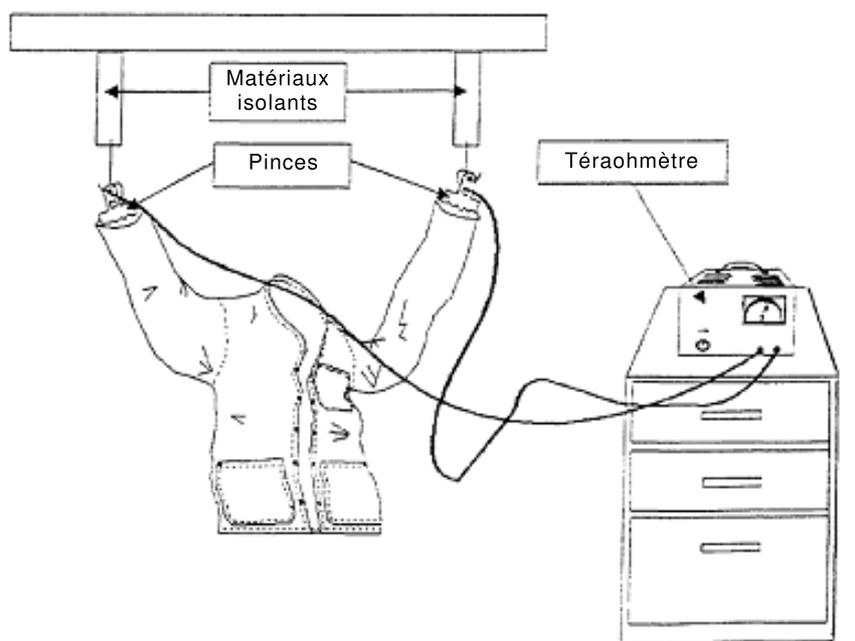


**Figure 4 – Montage d’essai – Résistance point à point
(procédure bord-côte à bord-côte avec inserts de manche isolants)**



IEC

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



IEC

Figure 6 – Montage d’essai – Résistance point à point (procédure par pince de suspension manche à manche)

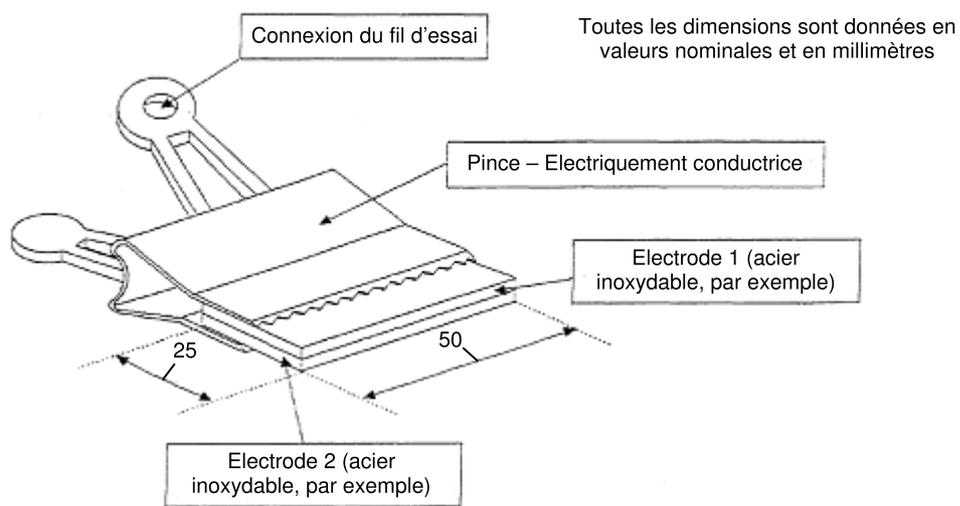


Figure 7 – Pincés/électrodes pour essai de suspension de vêtement



Figure 8 – Montage d'essai – Résistance point à point pouvant être relié à la terre (procédure appliquée entre le bord-côte et le point pouvant être relié à la terre avec inserts de manche isolants)



Figure 9 – Montage d'essai – Résistance point à point pouvant être relié à la terre (procédure appliquée entre le bas de manche et le point pouvant être relié à la terre avec inserts de bas de manche isolants)

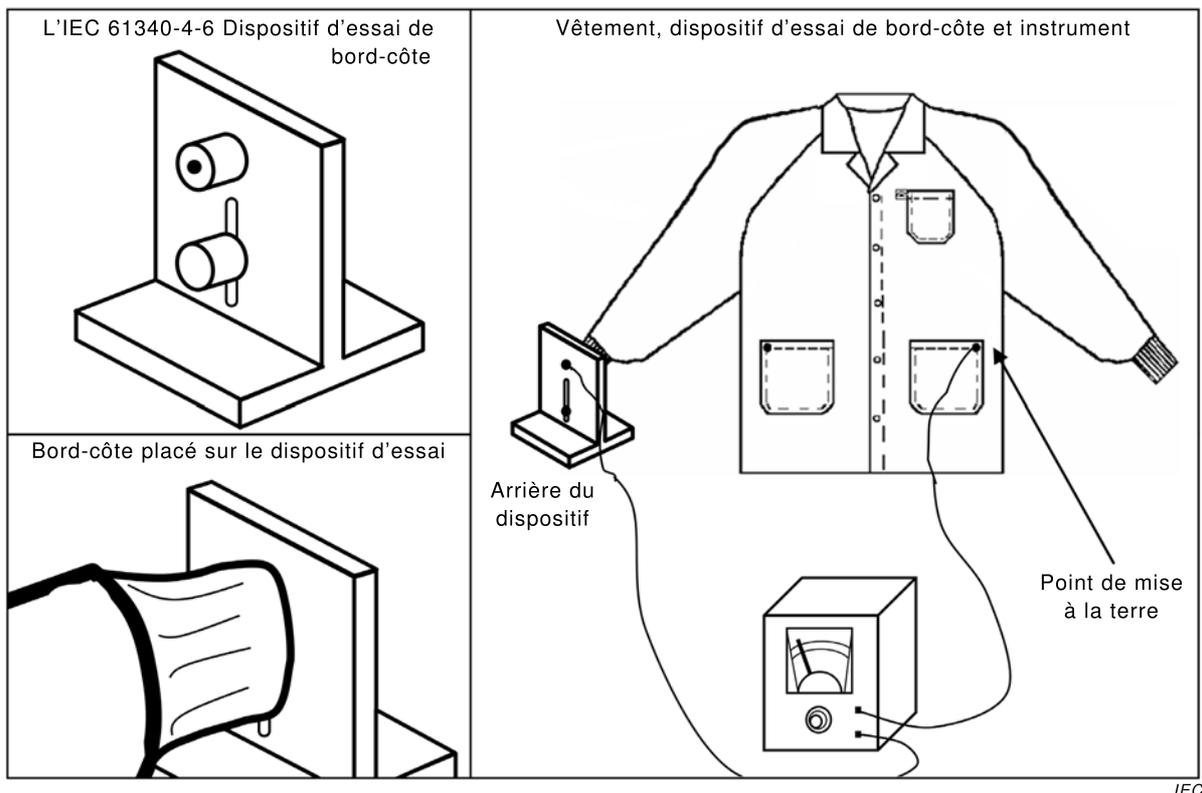
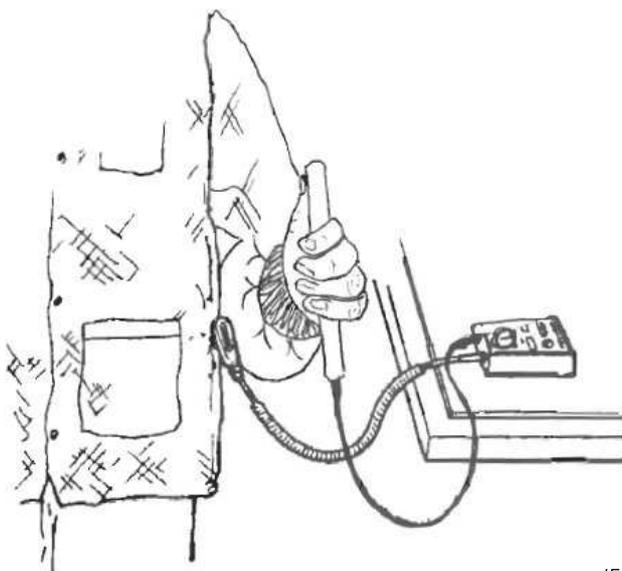
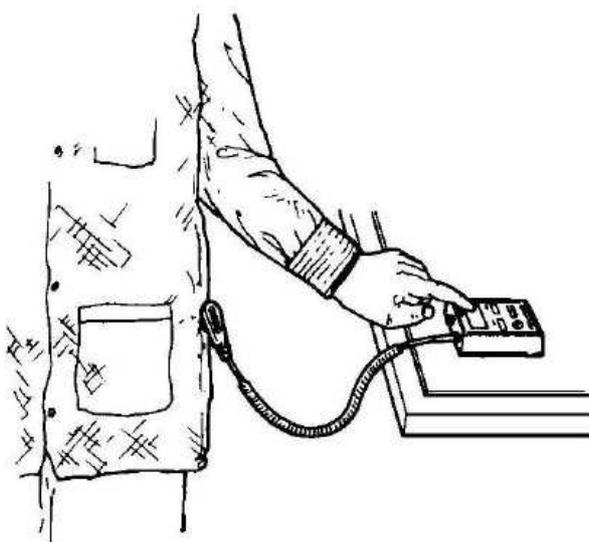


Figure 10 – Essai sur bord-côte de vêtement pouvant être relié à la terre



IEC

Figure 11 – Montage d’essai – Résistance d’un système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne – utilisation d’un téraohmmètre et d’une électrode portable)



IEC

Figure 12 – Montage d’essai – Résistance d’un système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement pouvant être relié à la terre combiné à une personne – utilisation d’un appareil d’essai intégré)

Annexe A (informative)

Types de vêtements et valeurs de résistance

Le Tableau A.1 fournit une liste de types de vêtements et valeurs de résistance.

Tableau A.1 – Types de vêtements et valeurs de résistance

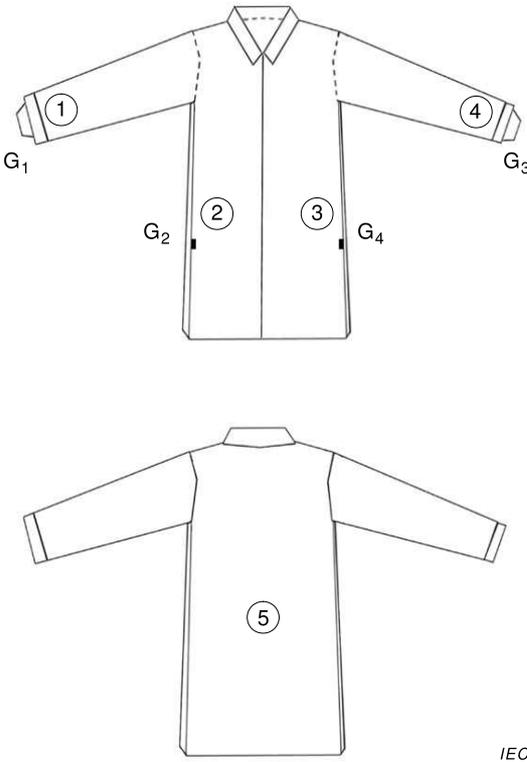
Description courante dans l'industrie /Utilisation du système de vêtement	Type de vêtement	Procédure d'essai	Valeurs de résistance recommandées
Vêtements possédant des propriétés de suppression de champ électrique	Vêtement antistatique	Résistance point à point	$< 1,0 \times 10^{11} \Omega$
Vêtements possédant un point de mise à la terre désigné	Vêtement antistatique pouvant être relié à la terre	Résistance point à point et résistance point à point pouvant être relié à la terre	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
Vêtement placé sur un chemin électrique continu avec une personne; mais sans être le chemin de terre primaire	Vêtement antistatique pouvant être relié à la terre	Résistance point à point et résistance point à point pouvant être relié à la terre	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
Relié à la terre par des doubles chemins à la terre via un équipement de surveillance continue nécessitant deux chemins de terre distincts	Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement associé à une personne)	Résistance point à point et résistance point à point pouvant être relié à la terre	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Bracelet de conduction dissipative intégré conformément à l'IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$
Relié à la terre par le biais d'un système de surveillance constante à fil unique	Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement associé à une personne)	Résistance point à point et résistance point à point pouvant être relié à la terre	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Bracelet de conduction dissipative intégré conformément à l'IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$
Vêtement utilisé en tant que chemin de terre primaire pour le personnel	Système de vêtement antistatique pouvant être relié à la terre (vêtement associé à une personne)	Résistance point à point et résistance point à point pouvant être relié à la terre	$< 1,0 \times 10^9 \Omega$
		Bracelet de conduction dissipative intégré conformément à l'IEC 61340-4-6	$< 3,5 \times 10^7 \Omega$

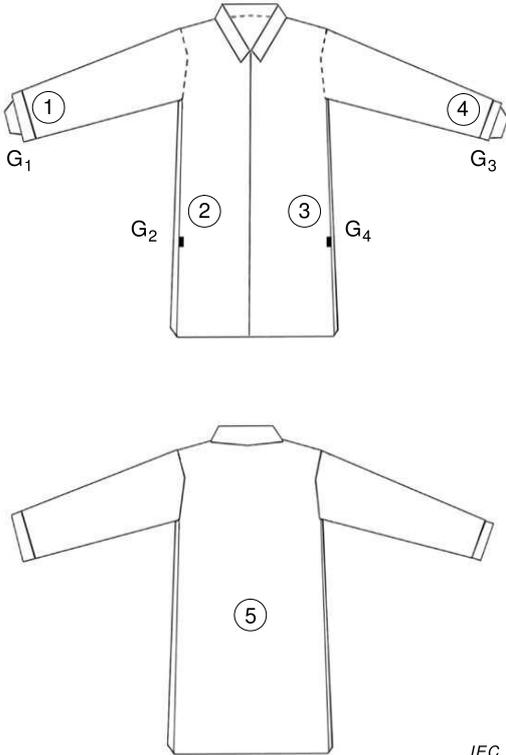
Les valeurs du Tableau A.1 sont données uniquement à titre d'information. Pour consulter les limites exigées, se reporter à la dernière édition de l'IEC 61340-5-1 [1]².

² Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

Annexe B (informative)

Feuille de collecte de données (exemple)

ESSAI D'ÉVALUATION DU VÊTEMENT	Conditions et équipement d'essai		Rapport N°				
Caractéristiques résistives	Environnement	Moyen	Faible				
Fabricant: _____	Humidité relative						
Modèle: _____	Température						
Produit N°: _____	Electrode						
Procédure: _____	Equipement						
Date: _____	Tension						
VÊTEMENT ANTISTATIQUE							
	Point à point	Echantillon N°		Echantillon N°		Echantillon N°	
		Moyen	Faible	Moyen	Faible	Moyen	Faible
	1 - 2						
	1 - 3						
	1 - 4						
	1 - 5						
	2 - 3						
	2 - 4						
	2 - 5						
	3 - 4						
	3 - 5						
	4 - 5						
VÊTEMENT ANTISTATIQUE POUVANT ÊTRE RELIÉ À LA TERRE							
	Point à terre	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Moyen	Faible
	1 - G4						
	2 - G4						
<i>IEC</i>	3 - G4						
G1 & G3: Mécanisme de mise à la terre du type à bord-côte ou bracelet	4 - G4						
G2 & G4: Mécanisme de mise à la terre du type à fil de terre							

 <p>G1 & G3: Mécanisme de mise à la terre du type à bord-côte ou bracelet</p> <p>G2 & G4: Mécanisme de mise à la terre du type à fil de terre</p>	VÊTEMENT ANTISTATIQUE POUVANT ÊTRE RELIÉ À LA TERRE						
	5 - G4						
	5 - G2						
	4 - G2						
	3 - G2						
	2 - G2						
	1 - G2						
	SYSTÈME DE VÊTEMENT ANTISTATIQUE POUVANT ÊTRE RELIÉ À LA TERRE						
	Bord-côte à terre	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur
	G1-G2						
G3-G4							
Personne à la terre	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	
<p>CONDITION D'ESSAI AMBIANTE</p> <p>Humidity: _____</p> <p>Temperature: _____</p> <p>Test equipment: _____</p>							
<p>Commentaires: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Soumis par: _____</p>							

Bibliographie

IEC 61340-5-1, *Electrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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