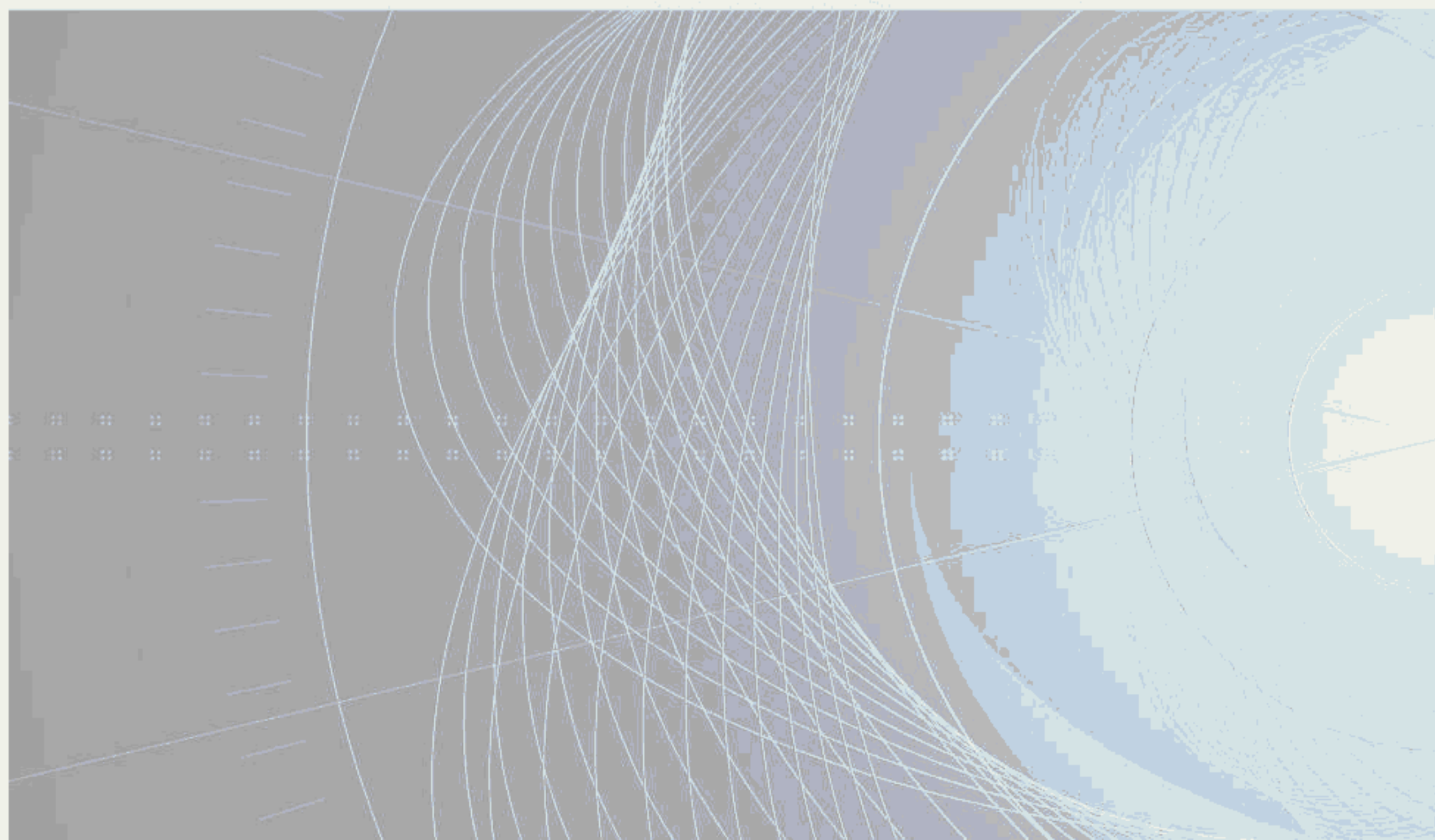


INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Wearable electronic devices and technologies –
Part 201-3: Electronic textile – Determination of electrical resistance of
conductive textiles under simulated microclimate**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 201-3: Textile électronique – Détermination de la résistance électrique des
textiles conducteurs sous microclimat simulé**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 Varembé
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 online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 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 online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.



IEC 63203-201-3

Edition 1.0 2021-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Wearable electronic devices and technologies –
Part 201-3: Electronic textile – Determination of electrical resistance of
conductive textiles under simulated microclimate**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 201-3: Textile électronique – Détermination de la résistance électrique
des textiles conducteurs sous microclimat simulé**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 59.080.80

ISBN 978-2-8322-9640-0

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

CONTENTS

| | |
|---|----|
| FOREWORD | 3 |
| 1 Scope | 5 |
| 2 Normative references | 5 |
| 3 Terms and definitions | 5 |
| 4 Principle of test | 6 |
| 5 Test equipment | 6 |
| 5.1 Sweating guarded-hotplate | 6 |
| 5.2 Device including temperature and humidity sensor with set-up of the four electrode – four wire method | 6 |
| 5.3 Membranes | 7 |
| 5.4 Test enclosure of the sweating guarded-hotplate | 7 |
| 6 Test specimens | 8 |
| 6.1 Number of test specimens | 8 |
| 6.2 Dimension of specimens | 9 |
| 7 6.3 Conditioning | 9 |
| Test procedure | 9 |
| 7.1 Preparation of textile-based electrically conductive track contact points for necessary measurement stability | 9 |
| 7.2 Specimen mounting on measuring unit | 9 |
| 7.3 Determination of the apparatus constant R_{et0_al} and measurement of water- vapour resistance including air layer R_{et_al} and RH) | 9 |
| 7.4 Determination of linear electrical resistance | 9 |
| 8 Test report | 10 |
| Annex A (informative) Example of test results | 11 |
| A.1 Sample | 11 |
| A.2 R_{et_al} , RH and R_L | 11 |
| Bibliography | 13 |
| Figure 1 – Sweating guarded-hotplate | 7 |
| Figure 2 – Device including temperature and humidity sensor with set-up of four electrode – four wire method | 8 |
| Figure 3 – Example of textile-based electrically conductive track | 8 |
| Figure A.1 – Conductive fabric | 11 |
| Table A.1 – Arithmetic mean and CV % of test results | 12 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

**Part 201-3: Electronic textile – Determination of electrical resistance
of conductive textiles under simulated microclimate**

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 63203-201-3 has been prepared by IEC technical committee 124: Wearable electronic devices and technologies.

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

| FDIS | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 124/136/FDIS | 124/142/RVD |

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

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

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

Wearable electronic

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

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

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

Part 201-3: Electronic textile – Determination of electrical resistance of conductive textiles under simulated microclimate

1 Scope

This part of IEC 63203-201 specifies a test method for determination of the electrical resistance of conductive fabrics under simulated microclimate within clothing. The microclimate is the climate of the small air layer between the skin and clothing having a specific temperature and humidity. This test method can be applied to conductive fabrics including multilayer assemblies for use in clothing.

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.

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

ISO 11092:2014, *Textiles – Physiological effects – Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)*

ISO 21232:2018, *Textiles – Determination of moisturizing effect of textile materials by measurement of microclimate between textiles and simulated human skin using sweating guarded hotplate*

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

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

textile-based electrically conductive track

electrically conductive part of the textile having a length (L) to width (W) ratio of minimum 10 to 1

[SOURCE: EN 16812:2016, 3.1, modified – Note 1 to entry has been deleted.]

3.2

linear electrical resistance

R_L

electrical resistance per unit length of a track

Note 1 to entry: Linear electrical resistance is expressed in ohm per metre.

[SOURCE: EN 16812:2016, 3.3, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.3

microclimate

climate of the small air layer (between the skin and the clothing or between textiles and sweating guarded-hotplate)

Note 1 to entry: This microclimate has specific temperature and humidity characteristics. Simulated microclimate is the climate of the air layer between fabric and sweating guarded-hotplate.

[SOURCE: ISO 21232:2018, 3.2, modified – A hyphen has been added to the term "sweating guarded hotplate" and the second sentence in the note has been added.]

3.4

water-vapour resistance including air layer

$R_{et,al}$

water-vapour pressure difference between the two faces of a material (separated from each other by 5 mm) divided by the resultant evaporative heat flux per unit area in the direction of the gradient

Note 1 to entry: Water-vapour resistance is measured under the simulated state in which the air layer exists between the skin and clothing.

Note 2 to entry: Water-vapour resistance including air layer is expressed in square metres pascal per watt.

[SOURCE: ISO 21232:2018, 3.3]

4 Principle of test

Clothing comfort depends on the environmental conditions (humidity, temperature) of the microclimate between the skin and the fabrics when clothing is worn. The e-textile system made of conductive fabrics is in direct contact with human skin so that the electrical resistance of conductive fabrics is affected by the microclimate between human skin and fabric. Therefore, this test method can perform the combined measurement of electrical resistance using the measurement principle of the four-wire Kelvin method and a DC current source, under a simulated microclimate.

5 Test equipment

5.1 Sweating guarded-hotplate

For the test device, the sweating guarded-hotplate (see Figure 1), specified in ISO 11092:2014, is used. The upper part is a measuring unit with temperature and water supply control and the lower part is a thermal guard with temperature control.

5.2 Device including temperature and humidity sensor with set-up of the four electrode – four wire method

5.2.1 The device shall be made of electrically non-conductive material. The device is used to create space for the air layer between hotplate and specimen. The sensor inside the device measures the microclimate between hotplate and specimen, specified in ISO 21232:2018 (see Figure 2).

5.2.2 An electrical current source, a voltage-meter and contacting electrodes measure electrical resistance. Electrodes shall be arranged for using the set-up of the four electrode – four wire method on the device and shall cover the whole width of the textile-based electrically conductive track, specified in EN 16812:2016, 6.2 (see Figure 2 and Figure 3). The electrodes shall be placed parallel to each other and they shall be movable forwards and backwards.

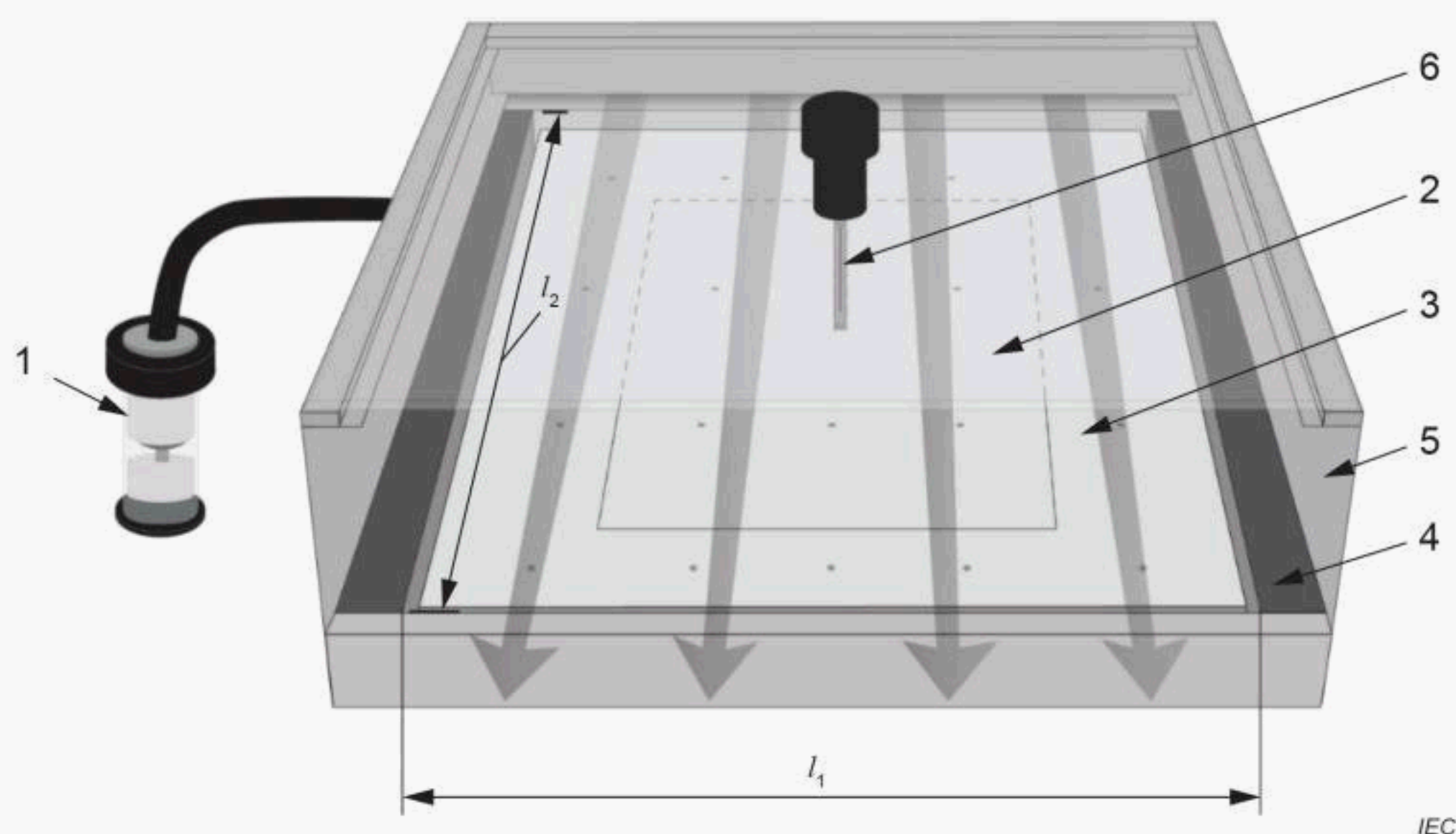
5.2.3 The specimen is fixed by magnets in the device. The diameter and thickness of the magnet are $(5,0 \pm 0,2)$ mm and $(3,0 \pm 0,1)$ mm, respectively. The magnetic flux density shall be higher than 0,3 T. The interval between magnets shall be less than 50 mm in the test device (see Figure 2).

5.3 Membranes

A water-vapour permeable but liquid-water impermeable membrane shall meet the requirements specified in ISO 11092:2014, 7.1.2.1 or in ISO 21232:2018, 5.4.

5.4 Test enclosure of the sweating guarded-hotplate

The requirements specified in ISO 11092:2014, 5.3 shall be met.

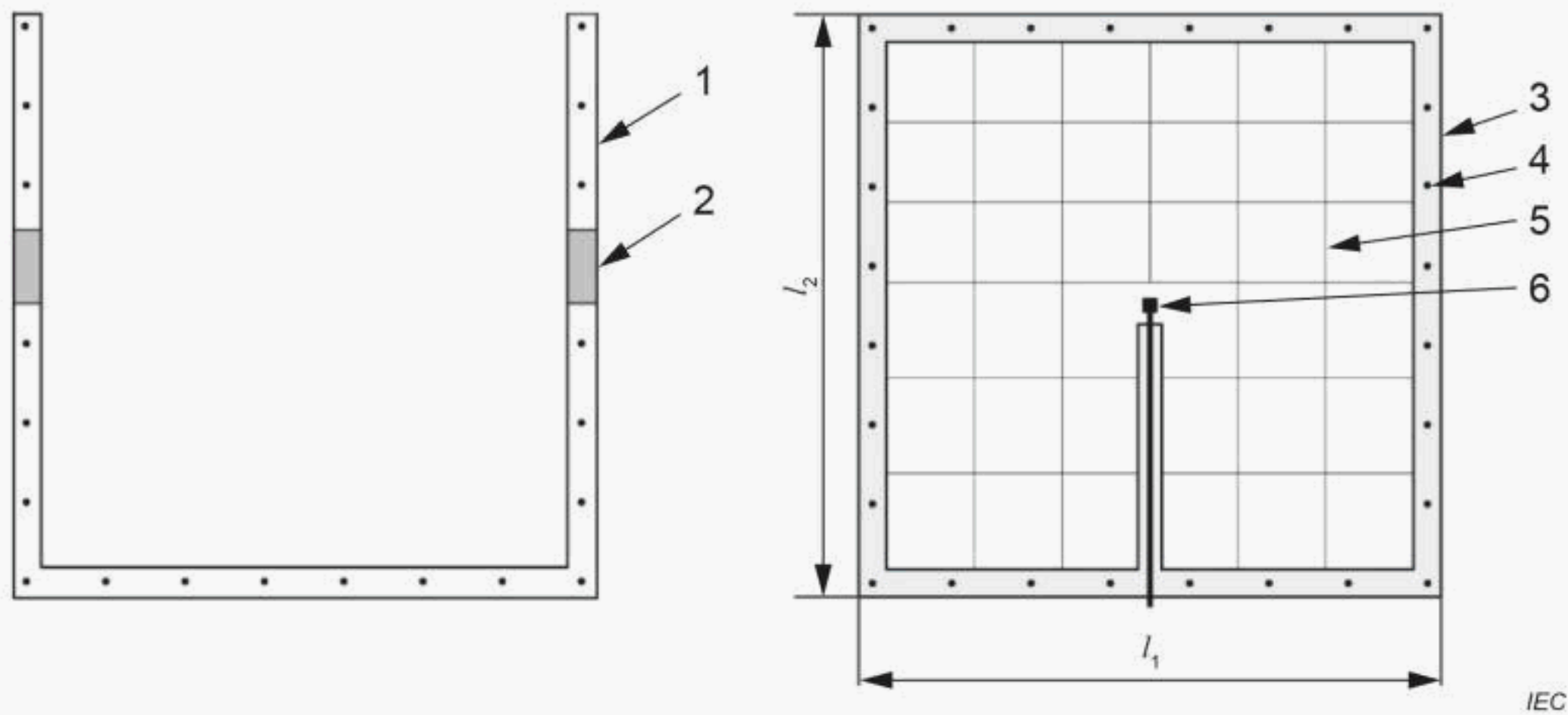


Key

- 1 water dosing device
- 2 measuring unit
- 3 thermal guard

- 4 measuring table
- 5 hotplate duct
- 6 air velocity sensor

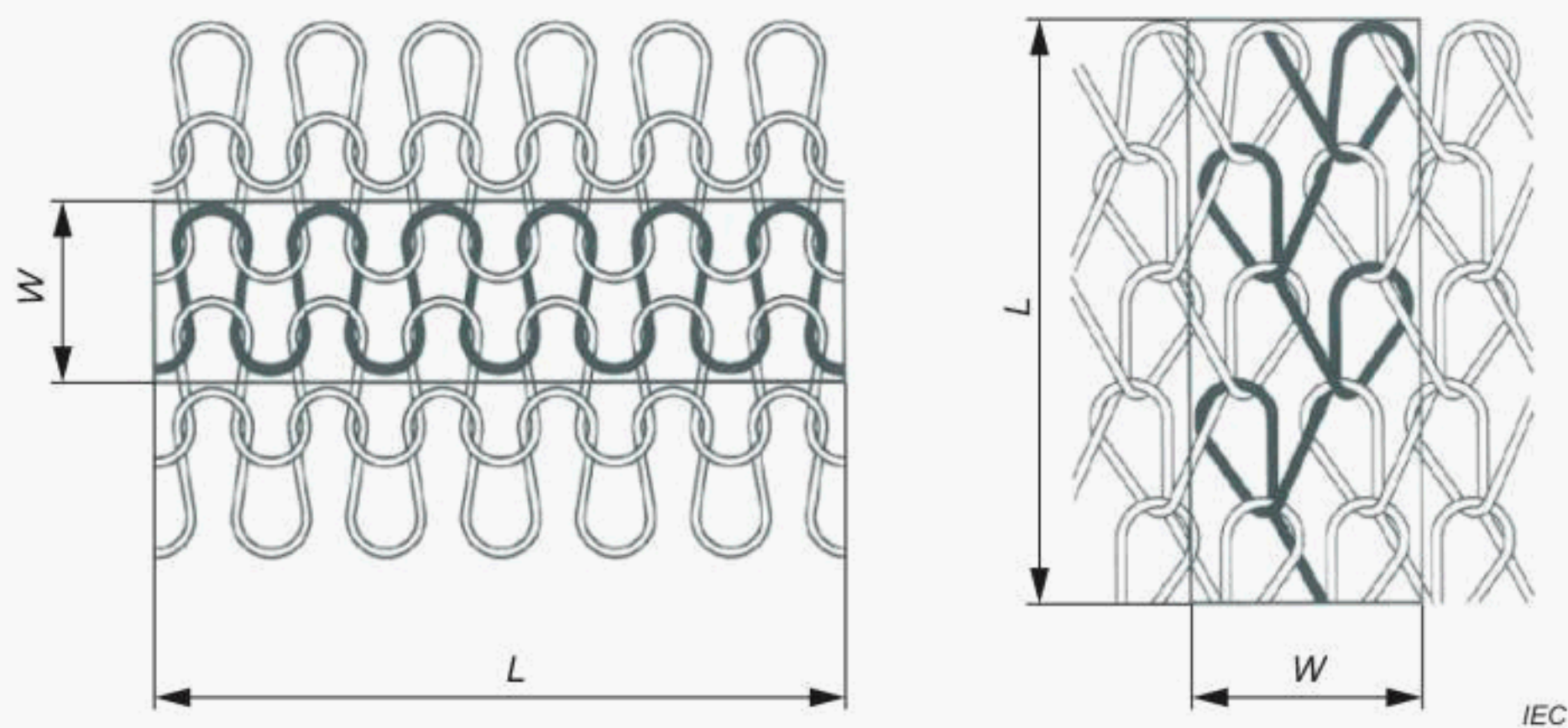
Figure 1 – Sweating guarded-hotplate



Key

- 1 upper frame
- 2 electrodes
- 3 lower frame
- 4 magnets for fixing specimens
- 5 grid
- 6 temperature and humidity sensor

Figure 2 – Device including temperature and humidity sensor with set-up of four electrode – four wire method



[SOURCE: ISO 8388:1998, 3.1.2 and 3.5.2] ¹

Figure 3 – Example of textile-based electrically conductive track

6 Test specimens

6.1 Number of test specimens

Test three specimens per sample and then calculate the arithmetic mean and the percentage coefficient of variation (CV %). If the CV % is greater than 5 %, test two more specimens and then calculate the arithmetic mean and the CV %.

¹ Reproduced (from ISO 8388:1998, 3.1.2 and 3.5.2), with the permission of ISO.

6.2 Dimension of specimens

The specimen shall be large enough to completely cover the surfaces of the measuring unit and the thermal guard.

6.3 Conditioning

Before testing, condition the specimens for at least 24 h at $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(65 \pm 4) \%$ relative humidity (RH) in accordance with ISO 139.

7 Test procedure

7.1 Preparation of textile-based electrically conductive track contact points for necessary measurement stability

The preparation of textile-based electrically conductive track points as defined in EN 16812:2016 shall be applied.

7.2 Specimen mounting on measuring unit

7.2.1 Cover the measuring unit (5.1) with a membrane (5.3).

7.2.2 The specimen shall be flat and straight on the grid of lower frame. Fix the specimen by using magnets between the lower and the upper frames of the device (5.2). Establish a tight contact between the electrode and the textile-based electrically conductive track in order to reduce contact resistance.

7.2.3 Place the specimen-mounted device on the covered measuring unit. The device shall fit tightly into the measuring table.

7.3 Determination of the apparatus constant R_{et0_al} and RH) and measurement of water-vapour resistance including air layer R_{et_al}

The R_{et_al} and RH measurement of the test specimen by the sweating guarded-hotplate shall conform to testing conditions and procedures of ISO 21232:2018. See Annex A for an example of test results.

7.4 Determination of linear electrical resistance

7.4.1 Determine the distance (d) between the voltage measurement electrodes (see Figure 2).

7.4.2 Measurement of the linear electrical resistance shall conform to procedures of EN 16812:2016. Apply a suitable current (I), and measure the resistance (R) continuously until R_{et_al} reaches steady-state and R becomes stable.

7.4.3 The calculation of R_L of EN 16812:2016, 8.5.1 shall be followed.

7.4.4 Perform the same measurements for the other two specimens.

7.4.5 Calculate the arithmetic mean of R_L and the standard deviation for the sample, to three significant digits. See Annex A for an example of test results.

8 Test report

The test report shall include the following information:

- a) the number and date of this document;
- b) identification of the test lab;
- c) identification of the sample and material including the direction of the track with respect to the fabric structure, if applicable;
- d) number of specimens;
- e) type, manufacturer and specification of the equipment used (voltage meter and current supply);
- f) type of membrane used;
- g) arithmetic mean and standard deviation for R_{et_al} and RH;
- h) linear resistance R_L , in ohm per metre;
- i) arithmetic mean per sample
- j) standard deviation and CV % between specimens
- k) any deviation from the specified procedure in this document;
- l) date of test;
- m) other remarks and observations.

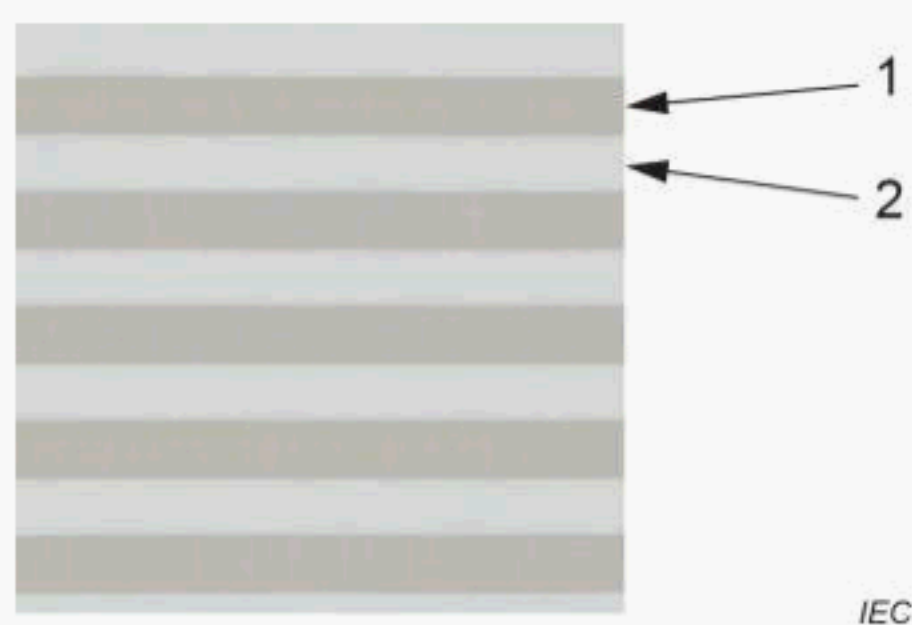
Annex A (informative)

Example of test results

A.1 Sample

A conductive fabric is made of the combination of conductive and non-conductive parts in the weft direction as shown in Figure A.1. The structure, constituent yarns and physical properties are as follows:

- structure: 2/2 twill;
- mass (g/m²): 157;
- warp yarn: nylon yarn of 70 denier/34 filaments;
- weft yarn (conductive part): 3-ply nylon yarn of 70 denier/24 filaments coated by Ag;
- weft yarn (non-conductive part): nylon yarn of 70 denier/24 filaments;
- warp density (threads/cm): 94;
- weft density (threads/cm): 31.



Key

- 1 conductive part
- 2 non-conductive part

Figure A.1 – Conductive fabric

A.2 R_{et_al} , RH and R_L

Table A.1 shows the repeatability of the test results. For repeatability test, a non-porous hydrophilic breathable membrane is used.

Table A.1 – Arithmetic mean and CV % of test results

| Specimen | R_{et_al} m²·Pa/W | RH % | R_L Ω/m |
|-----------------|---|-----------------|---------------------------------|
| 1 | 16,975 | 84,613 | 4,613 |
| 2 | 15,471 | 83,305 | 4,653 |
| 3 | 16,816 | 85,531 | 4,640 |
| 4 | 17,338 | 84,600 | 4,483 |
| 5 | 16,608 | 85,000 | 4,560 |
| Arithmetic mean | 16,642 | 84,610 | 4,590 |
| CV % | 4,247 | 0,972 | 1,515 |

Bibliography

ISO 8388:1998, *Knitted fabrics – Types – Vocabulary*

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS | 15 |
| 1 Domaine d'application | 17 |
| 2 Références normatives | 17 |
| 3 Termes et définitions | 17 |
| 4 Principe de l'essai | 18 |
| 5 Matériel d'essai | 18 |
| 5.1 Plaque chaude gardée transpirante | 18 |
| 5.2 Dispositif comprenant un capteur de température et d'humidité avec montage de la méthode à quatre électrodes - quatre fils | 18 |
| 5.3 Membranes | 19 |
| 5.4 Enceinte d'essai de la plaque chaude gardée transpirante | 19 |
| 6 Éprouvettes d'essai | 20 |
| 6.1 Nombre d'éprouvettes d'essai | 20 |
| 6.2 Dimension des éprouvettes | 21 |
| 6.3 Conditionnement | 21 |
| 7 Procédure d'essai | 21 |
| 7.1 Préparation des points de contact de la piste textile électriquement conductrice pour la stabilité de mesure nécessaire | 21 |
| 7.2 Fixation de l'éprouvette sur l'unité de mesurage | 21 |
| 7.3 Détermination de la constante de l'appareil R_{et0_al} et mesurage de la résistance à la vapeur d'eau avec couche d'air R_{et_al} et HR) | 21 |
| 7.4 Détermination de la résistance électrique linéaire | 22 |
| 8 Rapport d'essai | 22 |
| Annexe A (informative) Exemple de résultats d'essai | 23 |
| A.1 Echantillon | 23 |
| A.2 R_{et_al} , HR et RL | 23 |
| Bibliographie | 25 |
| Figure 1 – Plaque chaude gardée transpirante | 19 |
| Figure 2 – Dispositif comprenant un capteur de température et d'humidité avec montage de la méthode à quatre électrodes - quatre fils | 20 |
| Figure 3 – Exemple de piste textile électriquement conductrice | 20 |
| Figure A.1 – Etoffe conductrice | 23 |
| Tableau A.1 – Moyenne arithmétique et coefficient de variation, CV, en % des résultats d'essai | 24 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRETS-A-PORTER –

Partie 201-3: Textile électronique – Détermination de la résistance électrique des textiles conducteurs sous microclimat simulé

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 63203-201-3 a été établie par le comité d'études 124 de l'IEC: Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter.

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

| FDIS | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 124/136/FDIS | 124/142/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

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

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRETS-A-PORTER –

Partie 201-3: Textile électronique – Détermination de la résistance électrique des textiles conducteurs sous microclimat simulé

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63203-201 spécifie une méthode d'essai pour la détermination de la résistance électrique des étoffes conductrices sous microclimat simulé dans les vêtements. Le microclimat est le climat de la fine couche d'air entre la peau et le vêtement qui présente une température et une humidité spécifiques. Cette méthode d'essai peut être appliquée aux étoffes conductrices, y compris aux assemblages multicouches qui sont utilisés dans les vêtements.

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).

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

ISO 11092:2014, *Textiles – Effets physiologiques – Mesurage de la résistance thermique et de la résistance à la vapeur d'eau en régime stationnaire (essai de la plaque chaude gardée transpirante)*

ISO 21232:2018, *Textiles – Détermination de l'effet hydratant des matières textiles par le mesurage du microclimat entre les textiles et la peau humaine simulée à l'aide d'une plaque chaude gardée transpirante*

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

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1

piste textile électriquement conductrice

partie électriquement conductrice d'un textile dont le rapport longueur (L) sur largeur (W, *width*) est au minimum de 10 sur 1

[SOURCE: EN 16812:2016, 3.1, modifiée – La note 1 à l'article a été supprimée.]

3.2

résistance électrique linéaire

R_L

résistance électrique par unité de longueur d'une piste

Note 1 à l'article: La résistance électrique linéaire est exprimée en ohm par mètre.

[SOURCE: EN 16812:2016, 3.3, modifiée – La note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.3

microclimat

climat de la fine couche d'air (entre la peau et le vêtement ou entre les textiles et la plaque chaude gardée transpirante)

Note 1 à l'article: Ce microclimat présente des caractéristiques de température et d'humidité spécifiques. Le microclimat simulé est le climat de la couche d'air entre l'étoffe et la plaque chaude gardée transpirante.

[SOURCE: ISO 21232:2018, 3.2, modifiée – Un trait d'union a été ajouté au terme anglais "sweating guarded hotplate" et la deuxième phrase de la note est un ajout.]

3.4

résistance à la vapeur d'eau avec couche d'air

R_{et,al}

différence de pression de vapeur d'eau entre les deux faces du matériau (séparées de 5 mm l'une de l'autre) divisée par le flux de chaleur d'évaporation par unité de surface dans la direction du gradient

Note 1 à l'article: La résistance à la vapeur d'eau est mesurée en régime simulé dans lequel la couche d'air est présente entre la peau et le vêtement.

Note 2 à l'article: La résistance à la vapeur d'eau avec couche d'air est exprimée en mètres carrés pascals par watt.

[SOURCE: ISO 21232:2018, 3.3]

4 Principe de l'essai

Le confort d'un vêtement dépend des conditions environnementales (humidité, température) du microclimat entre la peau et l'étoffe lors du port du vêtement. Le système e-textile composé d'étoffes conductrices est en contact direct avec la peau humaine, de sorte que la résistance électrique des étoffes conductrices est affectée par le microclimat entre la peau humaine et l'étoffe. Par conséquent, cette méthode d'essai permet de réaliser une mesure combinée de la résistance électrique en utilisant le principe de mesure de la méthode de Kelvin à quatre fils et une source de courant continu, sous un microclimat simulé.

5 Matériel d'essai

5.1 Plaque chaude gardée transpirante

Pour le dispositif d'essai, la plaque chaude gardée transpirante (voir la Figure 1), spécifiée dans l'ISO 11092:2014, est utilisée. La partie supérieure est une unité de mesurage avec contrôle de température et d'alimentation en eau, et la partie inférieure est une garde thermique avec contrôle de température.

5.2 Dispositif comprenant un capteur de température et d'humidité avec montage de la méthode à quatre électrodes - quatre fils

5.2.1 Le dispositif doit être constitué d'un matériau électriquement non conducteur. Le dispositif est utilisé pour créer un espace pour la couche d'air entre la plaque chaude et

l'éprouvette. Le capteur à l'intérieur du dispositif mesure le microclimat entre la plaque chaude et l'éprouvette, spécifié dans l'ISO 21232:2018 (voir la Figure 2).

5.2.2 Une source de courant électrique, un voltmètre et des électrodes de contact mesurent la résistance électrique. Les électrodes doivent être disposées pour l'utilisation du montage de la méthode à quatre électrodes – quatre fils sur le dispositif, et doivent couvrir toute la largeur de la piste textile électriquement conductrice, spécifiée dans l'EN 16812:2016, 6.2 (voir la Figure 2 et la Figure 3). Les électrodes doivent être placées parallèlement les unes aux autres et doivent pouvoir être déplacées vers l'avant et vers l'arrière.

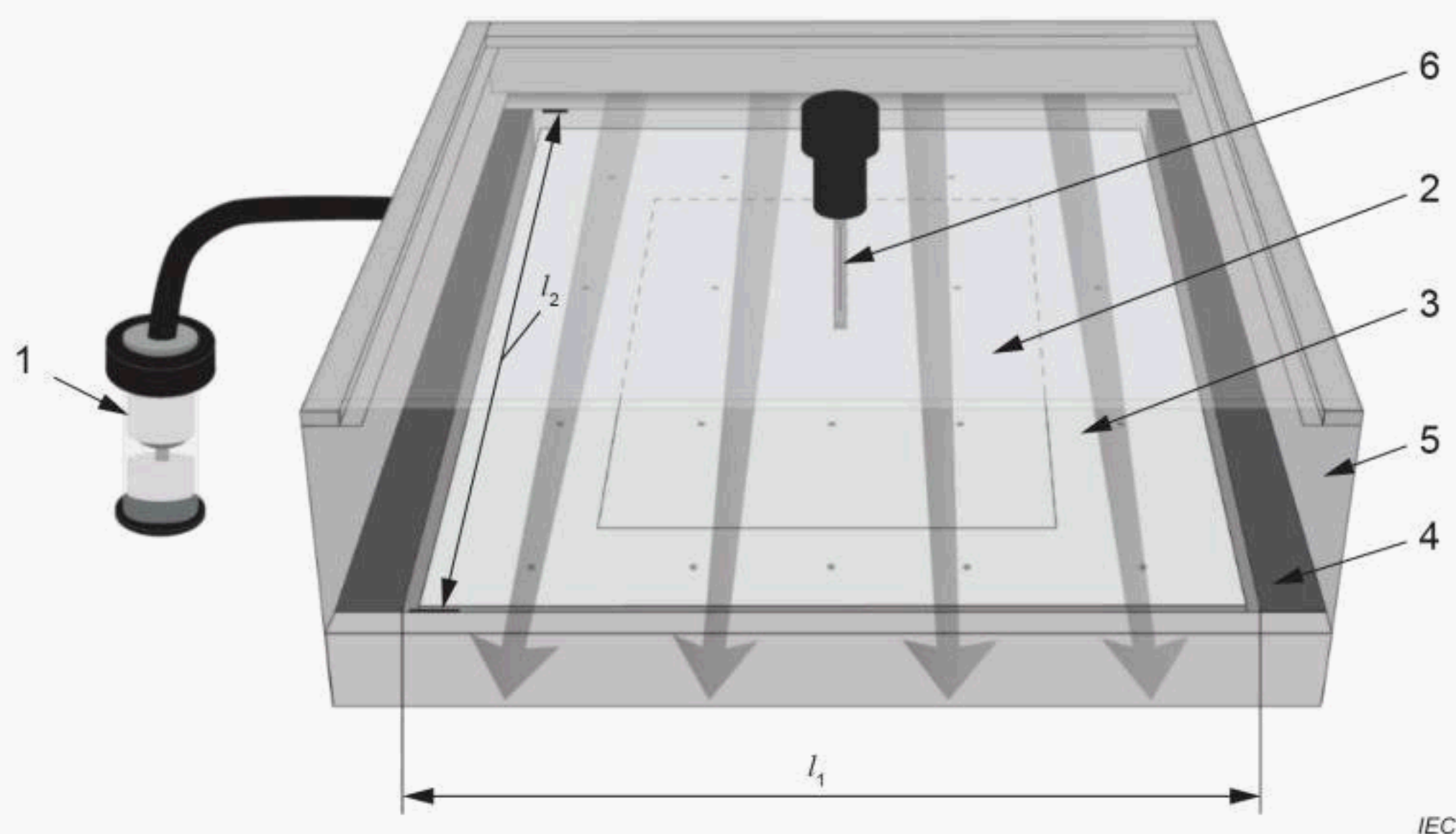
5.2.3 L'éprouvette est fixée par des aimants dans le dispositif. Le diamètre et l'épaisseur de l'aimant sont de $(5,0 \pm 0,2)$ mm et $(3,0 \pm 0,1)$ mm, respectivement. La densité du flux magnétique doit être supérieure à 0,3 T. L'intervalle entre les aimants doit être inférieur à 50 mm dans le dispositif d'essai (voir la Figure 2).

5.3 Membranes

Une membrane perméable à la vapeur d'eau, mais imperméable à l'eau liquide, doit satisfaire aux exigences spécifiées dans l'ISO 11092:2014, 7.1.2.1 ou dans l'ISO 21232:2018, 5.4.

5.4 Enceinte d'essai de la plaque chaude gardée transpirante

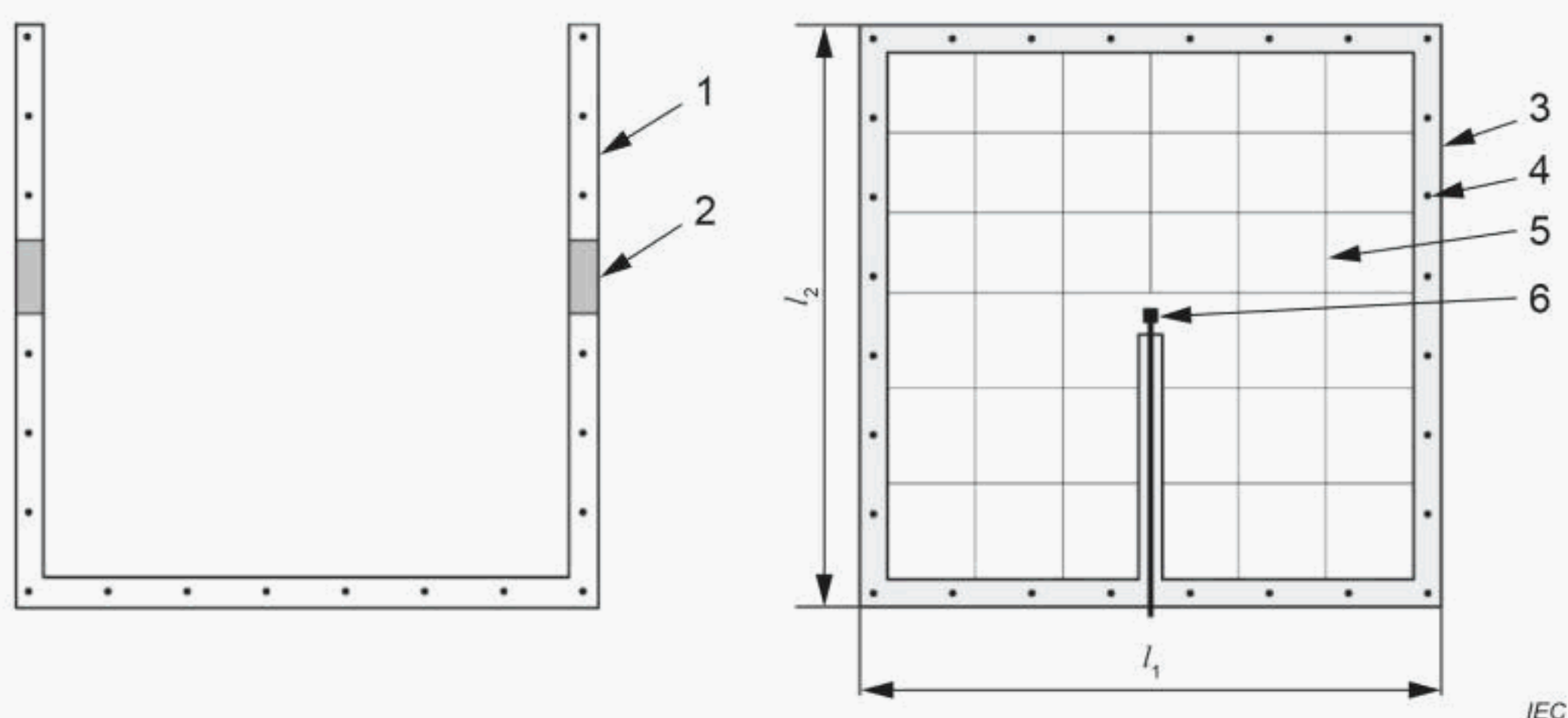
Les exigences spécifiées dans l'ISO 11092:2014, 5.3, doivent être satisfaites.



Légende

- | | | | |
|---|-------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | dispositif doseur d'eau | 4 | table de mesure |
| 2 | unité de mesure | 5 | conduit de la plaque chaude |
| 3 | garde thermique | 6 | capteur de vitesse de l'air |

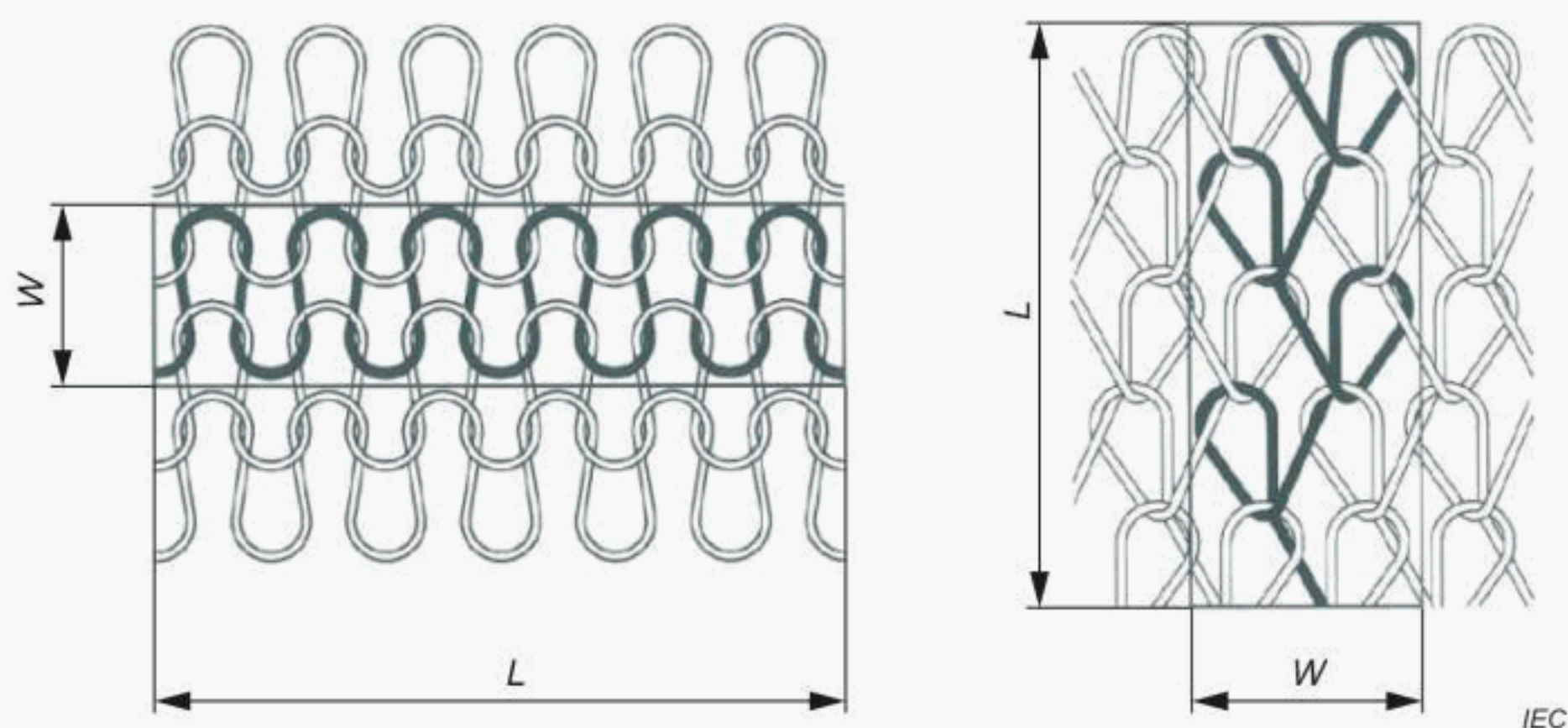
Figure 1 – Plaque chaude gardée transpirante



Légende

- 1 cadre supérieur
- 2 électrodes
- 3 cadre inférieur
- 4 aimants pour fixer les éprouvettes
- 5 grille
- 6 capteur de température et d'humidité

Figure 2 – Dispositif comprenant un capteur de température et d'humidité avec montage de la méthode à quatre électrodes - quatre fils



[SOURCE: ISO 8388:1998, 3.1.2 et 3.5.2] 1

Figure 3 – Exemple de piste textile électriquement conductrice

6 Éprouvettes d'essai

6.1 Nombre d'éprouvettes d'essai

Soumettre à l'essai trois éprouvettes par échantillon puis calculer la moyenne arithmétique et le coefficient de variation en pourcentage (CV %). Si le CV est supérieur à 5 %, soumettre à l'essai deux éprouvettes supplémentaires puis calculer la moyenne arithmétique et le CV en %.

¹ Reproduite (de l'ISO 8388:1998, 3.1.2 et 3.5.2), avec l'autorisation de l'ISO.

6.2 Dimension des éprouvettes

L'éprouvette doit être suffisamment grande pour couvrir complètement les surfaces de l'unité de mesurage et de la garde thermique.

6.3 Conditionnement

Avant l'essai, conditionner les éprouvettes pendant au moins 24 h à la température de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à l'humidité relative (HR) de $(65 \pm 4) \%$, conformément à l'ISO 139.

7 Procédure d'essai

7.1 Préparation des points de contact de la piste textile électriquement conductrice pour la stabilité de mesure nécessaire

La préparation des points de contact de la piste textile électriquement conductrice telle que définie dans l'EN 16812:2016 doit être appliquée.

7.2 Fixation de l'éprouvette sur l'unité de mesurage

7.2.1 Recouvrir l'unité de mesurage (5.1) avec une membrane (5.3).

7.2.2 L'éprouvette doit être aplatie et tendue sur la grille du cadre inférieur. Fixer l'éprouvette à l'aide d'aimants entre le cadre inférieur et le cadre supérieur du dispositif (5.2). Mettre l'électrode et la piste textile électriquement conductrice en contact étroit, afin de réduire la résistance de contact.

7.2.3 Placer le dispositif sur lequel est fixée l'éprouvette sur l'unité de mesurage recouverte. Le dispositif doit être solidement fixé à la table de mesure.

7.3 Détermination de la constante de l'appareil R_{et0_al} et HR) et mesurage de la résistance à la vapeur d'eau avec couche d'air R_{et_al}

Le mesurage de la valeur R_{et_al} et de l'humidité relative de l'éprouvette d'essai effectué par le biais de la plaque chaude gardée transpirante doit être conforme aux conditions d'essai et aux modes opératoires de l'ISO 21232:2018. Voir l'Annex A pour un exemple de résultats d'essai.

7.4 Détermination de la résistance électrique linéaire

7.4.1 Déterminer la distance (d) entre les électrodes de mesure de tension (voir la Figure 2).

7.4.2 La mesure de la résistance électrique linéaire doit être conforme aux modes opératoires de l'EN 16812:2016. Appliquer un courant approprié (I), et mesurer la résistance (R) en continu jusqu'à ce que R_{et_al} atteigne un régime stationnaire et que R se soit stabilisée.

7.4.3 Le calcul de R_L de l'EN 16812:2016, 8.5.1 doit être suivi.

7.4.4 Réaliser les mêmes mesurages pour les deux autres éprouvettes.

7.4.5 Calculer la moyenne arithmétique de R_L et l'écart-type pour l'échantillon, avec trois chiffres significatifs. Voir l'Annex A pour un exemple de résultats d'essai.

8 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) le numéro et la date du présent document;
- b) l'identification du laboratoire d'essai;
- c) l'identification de l'échantillon et du matériau, y compris la direction de la piste par rapport à la structure de l'étoffe, le cas échéant;
- d) Le nombre d'éprouvettes;
- e) le type, le fabricant et la spécification de l'appareillage utilisé (voltmètre et alimentation en courant);
- f) le type de membrane utilisé;
- g) la moyenne arithmétique et l'écart-type pour la valeur R_{et_al} et l'humidité relative;
- h) la résistance linéaire R_L , en ohm par mètre;
- i) la moyenne arithmétique par échantillon
- j) l'écart-type et le coefficient de variation (CV) en % entre éprouvettes
- k) tout écart par rapport au mode opératoire spécifié dans le présent document;
- l) la date de l'essai;
- m) les autres remarques et observations.

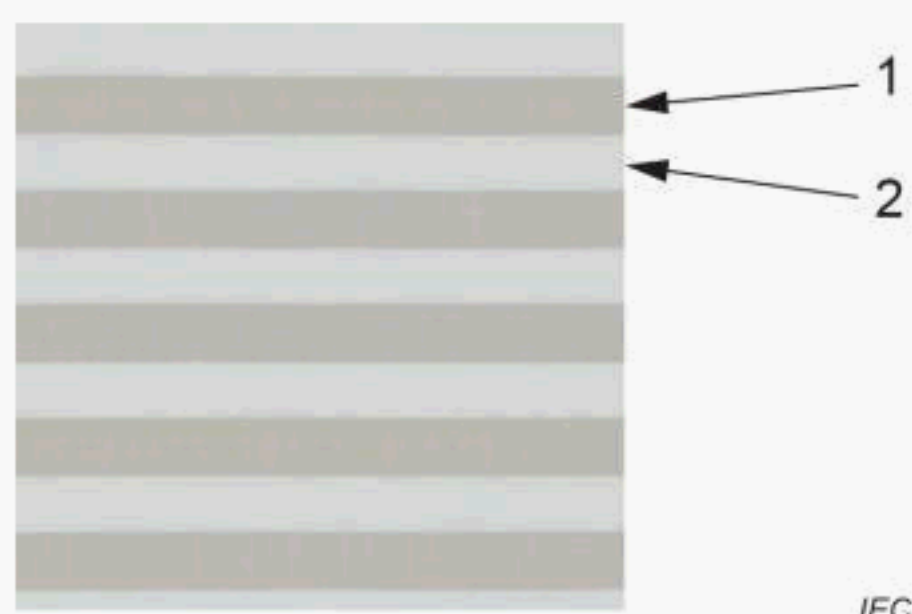
Annexe A (informative)

Exemple de résultats d'essai

A.1 Echantillon

Une étoffe conductrice est composée de la combinaison de parties conductrices et non conductrices dans la direction de la trame, tel que représenté à la Figure A.1. La structure, les fils qui la constituent et les propriétés physiques sont les suivants:

- structure: sergé de 2/2;
- Masse (g/m^2): 157;
- fil de chaîne: fil de polyamide de 70 deniers/34 filaments;
- fil de trame (partie conductrice): fil de polyamide à 3 bouts de 70 deniers/24 filaments, revêtu d'argent;
- fil de trame (partie non conductrice): fil de polyamide de 70 deniers/24 filaments;
- densité des fils de chaîne (fils/cm): 94;
- densité des fils de trame (fils/cm): 31.



IEC

Légende

- 1 partie conductrice
- 2 partie non conductrice

Figure A.1 – Etoffe conductrice

A.2 R_{et_al} , HR et R_L

Le Tableau A.1 présente la répétabilité des résultats d'essai. Pour l'essai de répétabilité, une membrane respirante hydrophile non poreuse est utilisée.

**Tableau A.1 – Moyenne arithmétique et coefficient de variation, CV,
en % des résultats d'essai**

| Eprouvette | R_{et_al} m²·Pa/W | HR % | R_L Ω/m |
|-------------------------|---|-----------------|---------------------------------|
| 1 | 16,975 | 84,613 | 4,613 |
| 2 | 15,471 | 83,305 | 4,653 |
| 3 | 16,816 | 85,531 | 4,640 |
| 4 | 17,338 | 84,600 | 4,483 |
| 5 | 16,608 | 85,000 | 4,560 |
| Moyenne arithmétique | 16,642 | 84,610 | 4,590 |
| CV % | 4,247 | 0,972 | 1,515 |

Bibliographie

ISO 8388:1998, *Etoffes à mailles – Types – Vocabulaire*
