

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

**Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –  
Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution**

**Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse  
tension –  
Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection  
contre la pollution**





## 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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

---

**Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –  
Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution**

**Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse  
tension –  
Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection  
contre la pollution**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-8322-3693-2

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

## CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| FOREWORD.....   | 4  |
| INTRODUCTION.....   | 6  |
| 1 Scope.....  | 7  |
| 2 Normative references .....  | 7  |
| 3 Terms and definitions .....   | 8  |
| 4 Design requirements.....  | 9  |
| 4.1 Principles.....   | 9  |
| 4.2 Application range with regards to the environment .....                       | 9  |
| 4.3 Requirements for the types of protection.....                                 | 10 |
| 4.4 Dimensioning procedures.....  | 10 |
| 5 Tests.....  | 11 |
| 5.1 General.....  | 11 |
| 5.2 Specimens for testing coatings .....  | 11 |
| 5.3 Specimens for testing mouldings and potting .....                             | 12 |
| 5.4 Preparation of test specimens.....  | 12 |
| 5.5 Visual examination.....   | 12 |
| 5.6 Scratch-resistance test .....   | 12 |
| 5.7 Conditioning of the test specimens.....                                       | 13 |
| 5.7.1 General .....   | 13 |
| 5.7.2 Cold conditioning.....  | 13 |
| 5.7.3 Dry-heat conditioning.....  | 13 |
| 5.7.4 Rapid change of temperature.....  | 14 |
| 5.7.5 Damp heat, steady-state with polarizing voltage .....                       | 15 |
| 5.8 Mechanical and electrical tests after conditioning and electromigration ..... | 15 |
| 5.8.1 General test conditions .....   | 15 |
| 5.8.2 Adhesion of coating .....   | 15 |
| 5.8.3 Insulation resistance between conductors.....                               | 16 |
| 5.8.4 Voltage test .....  | 16 |
| 5.8.5 Partial discharge extinction voltage .....                                  | 16 |
| 5.9 Additional tests .....  | 16 |
| 5.9.1 General .....   | 16 |
| 5.9.2 Resistance to soldering heat.....   | 17 |
| 5.9.3 Flammability .....  | 17 |
| 5.9.4 Solvent resistance .....  | 17 |
| Annex A (normative) Test sequences.....   | 18 |
| Annex B (normative) Decisions to be taken by the technical committees.....        | 20 |
| B.1 General.....  | 20 |
| B.2 Decisions required by technical committees .....                              | 20 |
| B.3 Optional test conditions.....   | 20 |
| Annex C (normative) Printed wiring board for testing coatings .....               | 21 |
| C.1 General.....  | 21 |
| C.2 Specification of the printed wiring board.....                                | 21 |
| C.3 Arrangement of the conductors .....   | 21 |
| C.4 Arrangement of lands.....   | 22 |
| C.5 Connections for the tests .....   | 22 |
| Bibliography.....   | 25 |

Figure 1 – Scratch-resistance test for protecting layers..... 13

Figure C.1 – Configuration of the test specimen..... 23

Figure C.2 – Configuration of lands and adjacent conductors..... 24

Table 1 – Minimum spacings for type 2 protection..... 10

Table 2 – Dry-heat conditioning ..... 14

Table 3 – Degrees of severities for rapid change of temperature..... 14

Table A.1 – Test sequence 1 ..... 18

Table A.2 – Test sequence 2 additional conditioning with respect to electromigration ..... 19

Table A.3 – Additional tests ..... 19

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT  
WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –****Part 3: Use of coating, potting or moulding  
for protection against pollution**

## 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 60664-3 has been prepared by IEC technical committee TC 109: Insulation co-ordination for low-voltage equipment.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003 and Amendment 1:2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) information added concerning interpolation;
- b) provided scratch test is only for type 2 **protection**;

- c) renumbered the scratch test to follow the visual examination test, since it makes more sense there;
- d) separated the tables under what is now called Annex A, to make them clearer.

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

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 109/153/FDIS | 109/154/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.

In this standard, the following types are used:

- Terms used throughout this standard which have been defined in Clause 3: **bold type**

A list of all parts in the IEC 60664 series, published under the general title *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*, 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.

## INTRODUCTION

This part of IEC 60664 details the conditions in which the reduction of clearance and creepage distances can apply to rigid assemblies such as **printed boards** or terminals of components. **Protection** against pollution can be achieved by any kind of encapsulation such as **coating**, potting or moulding. The **protection** may be applied to one or both sides of the assembly. This standard specifies the insulating properties of the protecting material.

Between any two unprotected conductive parts, the clearance and creepage distance requirements of IEC 60664-1 apply.

This document refers only to permanent **protection**. It does not cover assemblies after repair.

Technical committees should consider the influence on the **protection** of overheating **conductors** and components, especially under fault conditions, and to decide if any additional requirements are necessary.

Safe performance of assemblies is dependent upon a precise and controlled manufacturing process for the application of the protective system. Requirements for quality control, e.g. by sampling tests, should be considered by technical committees.

## INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

### Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

#### 1 Scope

This part of IEC 60664 applies to assemblies protected against pollution by the use of **coating**, potting or moulding, thus allowing a reduction of clearance and creepage distances as described in IEC 60664-1.

This document describes the requirements and test procedures for two methods of **protection**:

- type 1 **protection** improves the microenvironment of the parts under the **protection**;
- type 2 **protection** is considered to be similar to **solid insulation**.

This document also applies to all kinds of protected **printed boards**, including the surface of inner layers of multi-layer boards, substrates and similarly protected assemblies. In the case of multi-layer **printed boards**, the distances through an inner layer are covered by the requirements for **solid insulation** in IEC 60664-1.

NOTE Examples of substrates are hybrid integrated circuits and thick-film technology.

This document refers only to permanent **protection**. It does not cover assemblies that are subjected to mechanical adjustment or repair.

The principles of this standard are applicable to functional, basic, supplementary and reinforced insulation.

#### 2 Normative references

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

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60326-2:1990, *Printed boards – Part 2: Test methods*

IEC 60454-3-1:1998/AMD1:2001, *Pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: PVC film tapes with pressure – sensitive adhesive*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

IEC 61189-3:2007, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

IEC 61249-2 (all parts), *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Reinforced base materials, clad and unclad*

IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60664-1 and the following 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

##### **base material**

insulating material upon which a conductive pattern may be formed

Note 1 to entry: The **base material** may be rigid or flexible, or both. It may be a dielectric or an insulated metal sheet.

[SOURCE: IEC 60050-541:1990, 541-02-01]

#### 3.2

##### **printed board**

**base material** cut to size containing all required holes and bearing at least one conductive pattern.

**Printed boards** are typically subdivided according to

- their structure (e.g., single- and double-sided, multilayers)
- the nature of the **base material** (e.g., rigid, flexible)

[SOURCE: IEC 60050-541:1990, 541-01-03]

#### 3.3

**conductor (of a printed board)** single conductive path in a conductive pattern

[SOURCE: IEC 60050-541:1990, 541-01-20]

### **3.4 protection**

measure which reduces the influence of the environment

### **3.5 coating**

insulating material such as varnish or dry film laid on the surface of the assembly

Note 1 to entry: **Coating** and **base material** of a **printed board** form an insulating system that may have properties similar to **solid insulation**

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-61].

### **3.6 solid insulation**

solid insulating material, or a combination of solid insulating materials, placed between two conductive parts or between a conductive part and a body part

EXAMPLE In the case of a printed board with a coating, solid insulation consists of the board itself as well as the coating. In other cases, solid insulation consists of the encapsulating material.

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-04-14]

### **3.7 spacing**

any combination of clearances, creepage distances and insulation distances through insulation

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-20]

## **4 Design requirements**

### **4.1 Principles**

The dimensioning of **spacings** between **conductors** depends on the type of **protection** used.

When type 1 **protection** is used, dimensioning of clearances and creepage distances shall follow the requirements of IEC 60664-1. If the requirements of this standard are met, pollution degree 1 applies under the **protection**.

When type 2 **protection** is used, **spacings** between conductive parts shall meet the requirements and tests for **solid insulation** of IEC 60664-1 and their dimensions shall not be less than the minimum clearances specified in IEC 60664-1 for homogeneous field conditions.

### **4.2 Application range with regards to the environment**

The design requirements are applicable in all microenvironments.

Stresses such as temperature, chemical or mechanical stresses, or those listed in 5.3.2.4 of IEC 60664-1:2007 shall be taken into account when the protective material is selected.

Absorption of humidity by the protective material shall not impair the insulation properties of the parts being protected.

NOTE Absorption of humidity can be checked by an insulation resistance measurement under humid conditions.

### 4.3 Requirements for the types of protection

**Protection** is achieved in the following ways.

- Type 1 **protection** improves the microenvironment of the parts under the **protection**. The clearance and creepage distance requirements of IEC 60664-1 for pollution degree 1 apply under the **protection**. Between two conductive parts, it is a requirement that one or both conductive parts, together with all the **spacings** between them, are covered by the **protection**.
- Type 2 **protection** is considered to be similar to **solid insulation**. Under the **protection**, the requirements for **solid insulation** specified in IEC 60664-1 are applicable and the **spacings** shall be not less than those specified in Table 1. The requirements for clearances and creepage distances in IEC 60664-1 do not apply. Between two conductive parts, it is a requirement that both conductive parts, together with all the **spacings** between them, are covered by the **protection** so that no air gap exists between the protective material, the conductive parts and the **printed board**.

Clearance and creepage distance requirements according to IEC 60664-1 apply to all unprotected parts of the equipment.

### 4.4 Dimensioning procedures

For type 1 **protection**, the dimensioning requirements of 5.1 and 5.2 of IEC 60664-1:2007 apply.

For type 2 **protection**, the **spacing** between the **conductors** before the **protection** is applied shall not be less than the values as specified in Table 1. These values apply to basic insulation, supplementary insulation as well as reinforced insulation. These values may also be applied to functional insulation.

NOTE In case of multi-layer boards, the **spacing** between the **conductors** at the surface of inner layers is dimensioned as specified for type 1 **protection** or type 2 **protection** depending on the result of the tests on the **protection**.

**Table 1 – Minimum spacings for type 2 protection**

| Maximum peak value of any voltage <sup>a)</sup><br>kV | Minimum spacings<br>mm |
|---|------------------------|
| ≤ 0,33  | 0,01                   |
| > 0,33 and ≤ 0,4                                      | 0,02                   |
| > 0,4 and ≤ 0,5                                       | 0,04                   |
| > 0,5 and ≤ 0,6                                       | 0,06                   |
| > 0,6 and ≤ 0,8                                       | 0,1                    |
| > 0,8 and ≤ 1,0                                       | 0,15                   |
| > 1,0 and ≤ 1,2                                       | 0,2                    |
| > 1,2 and ≤ 1,5                                       | 0,3                    |
| > 1,5 and ≤ 2,0                                       | 0,45                   |
| > 2,0 and ≤ 2,5                                       | 0,6                    |
| > 2,5 and ≤ 3,0                                       | 0,8                    |
| > 3,0 and ≤ 4,0                                       | 1,2                    |
| > 4,0 and ≤ 5,0                                       | 1,5                    |
| > 5,0 and ≤ 6,0                                       | 2                      |
| > 6,0 and ≤ 8,0                                       | 3                      |
| > 8,0 and ≤ 10  | 3,5                    |

| Maximum peak value of any voltage <sup>a)</sup><br>kV  | Minimum spacings<br>mm |
|--|------------------------|
| > 10 and ≤ 12  | 4,5                    |
| > 12 and ≤ 15  | 5,5                    |
| > 15 and ≤ 20  | 8                      |
| > 20 and ≤ 25  | 10                     |
| > 25 and ≤ 30  | 12,5                   |
| > 30 and ≤ 40  | 17                     |
| > 40 and ≤ 50  | 22                     |
| > 50 and ≤ 60  | 27                     |
| > 60 and ≤ 80  | 35                     |
| > 80 and ≤ 100   | 45                     |
| a) Transient overvoltages are disregarded since they are unlikely to degrade the protected assembly. |                        |

Compliance is checked by measurement of the **spacing** before applying the **protection**.

## 5 Tests

### 5.1 General

The suitability of **protection** is evaluated by carrying out all the tests described in 5.8 after the conditioning described in 5.7.

The suitability of **protection** is evaluated after the visual examination test described in 5.5, the scratch-resistance test described in 5.6 and the subsequent conditioning described in 5.7. Six specimens are used unless otherwise specified by technical committees. In addition, technical committees may specify the additional tests of 5.9, each of which is carried out on a separate new specimen.

These tests are designed for type testing. Technical committees should consider if any of the tests shall be specified for routine or sampling tests.

The sequence of tests is shown in Annex A.

No failure of any specimen under test is permitted.

Annex B lists the decisions required to be taken by technical committees when referring to this standard.

### 5.2 Specimens for testing coatings

Test specimens may be:

- test specimens according to Annex C, which specifically applies for printed wiring boards; the specimen used for testing shall have the same minimum distances as those from production;
- specimens from production; or
- any **printed board**, as long as the test specimens are representative of those from production.

### 5.3 Specimens for testing mouldings and potting

Production specimens shall be used, or they shall be representative of those from production.

### 5.4 Preparation of test specimens

**Printed boards** shall be cleaned and coated using the normal procedure of the manufacturer. The soldering procedure is carried out but without the components being in place. Moulded and potted specimens shall be tested without further preparation.

### 5.5 Visual examination

The specimens shall be visually examined according to test 3V02 in 6.2 of IEC 61189-3:2007.

The specimens shall show no

- blistering,
- swelling,
- separation from the **base material**,
- cracks,
- voids,
- areas with adjacent unprotected conductive parts, with the exception of lands,
- electromigration (following electromigration conditioning),

following the test sequence criteria given in the tables within Annex A.

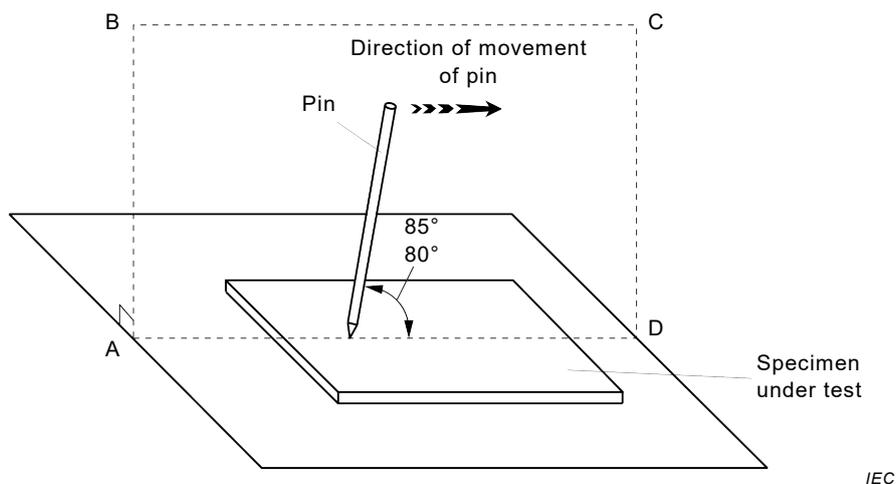
### 5.6 Scratch-resistance test

The scratch-resistance test is only carried out for type 2 **protection**. Prior to the sequence of tests for type 2 **protection**, the test samples shall be subjected to the scratch-resistance test.

NOTE In some cases, the scratch-resistance test cannot be applied to assemblies protected against pollution by the use of potting or moulding. In such cases, considerations for any alternative or additional tests can be necessary.

Scratches shall be made across five pairs of conducting parts and the intervening separations at points where the insulation will be subject to the maximum electric field strength between **conductors**.

Protective layers shall be scratched by means of a hardened steel pin, the end of which has the form of a cone with an angle of 40°. Its tip shall be rounded and polished, with a radius of 0,25 mm ± 0,02 mm. The pin shall be loaded so that the force exerted along its axis is 10 N ± 0,5 N. The scratches shall be made by drawing the pin along the surface in a plane perpendicular to the **conductor** edges of the protective layer at a speed of approximately 20 mm/s as shown in Figure 1. Five scratches shall be made at least 5 mm apart and at least 5 mm from the edges.



NOTE The pin is in the plane ABCD which is perpendicular to the specimen under test.

**Figure 1 – Scratch-resistance test for protecting layers**

## 5.7 Conditioning of the test specimens

### 5.7.1 General

The conditioning methods are suitable for the majority of applications. For particular applications, a modification of the parameters specified for the conditioning may be appropriate and should be considered by technical committees.

NOTE The climatic sequence from 5.7.2 to 5.7.5 is intended to simulate ageing.

### 5.7.2 Cold conditioning

The cold conditioning (simulation of storage and transportation) is carried out according to test Ab of IEC 60068-2-1. The severities shall be specified by the technical committees and selected from the following temperatures:

- -10 °C
- -25 °C
- -40 °C
- -65 °C

The duration of the test is 96 h.

### 5.7.3 Dry-heat conditioning

The dry-heat conditioning is carried out according to test Bb of IEC 60068-2-2. However, the conditioning time and conditioning temperature corresponds to the composition of the **printed board** and the working surface temperature shown in Table 2. Interpolation of Table 2's maximum working surface temperatures and corresponding conditioning temperature values is allowed.

**Table 2 – Dry-heat conditioning**

| Resin/base material  | Maximum working surface temperature | Conditioning temperature | Conditioning time |
|--|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|
|  | °C                                  | °C                       | h                 |
| Epoxy/cellulose paper  | 105                                 | 165                      | 1000              |
|  | 75                                  | 125                      | 1000              |
| Epoxy/woven glass surfaces/cellulose paper core  | 140                                 | 175                      | 1000              |
|  | 100                                 | 125                      | 1000              |
|  | 75                                  | 95                       | 1000              |
| Epoxy/woven glass surfaces/<br>non-woven glass core  | 140                                 | 175                      | 1000              |
|  | 100                                 | 125                      | 1000              |
|  | 75                                  | 95                       | 1000              |
| Epoxy/woven glass  | 140                                 | 175                      | 1000              |
|  | 100                                 | 125                      | 1000              |
|  | 75                                  | 95                       | 1000              |
| Polyester/glass mat  | 160                                 | 200                      | 1000              |
|  | 100                                 | 130                      | 1000              |
|  | 75                                  | 100                      | 1000              |
| Phenolic/cellulose paper<br>(with defined flammability –<br>vertical burning test) <sup>a)</sup> | 110                                 | 155                      | 1000              |
|  | 75                                  | 110                      | 1000              |
| Phenolic/cellulose paper   | 125                                 | 170                      | 1000              |
|  | 100                                 | 140                      | 1000              |
|  | 75                                  | 110                      | 1000              |

<sup>a)</sup> For defined flammability, refer to 8.6 of IEC 61189-2:2006 and the relevant part of IEC 61249-2.

**5.7.4 Rapid change of temperature**

The rapid change of temperature conditioning is in accordance with test Na of IEC 60068-2-14. The temperatures are in accordance with Table 3, where the degree of severity shall be specified by the relevant technical committee.

**Table 3 – Degrees of severities for rapid change of temperature**

| Degree of severity | Minimum temperature | Maximum temperature |
|--------------------|---------------------|---------------------|
|                    | °C                  | °C                  |
| 1                  | -10                 | 125                 |
| 2                  | -25                 | 125                 |
| 3                  | -40                 | 125                 |
| 4                  | -65                 | 125                 |

The conditioning is carried out as follows:

- duration of one cycle: 1 h (30 min ± 2 min at each temperature)
- rate of change of temperature: within 30 s
- number of cycles: 50

When a protected assembly is likely to be subjected to many variations of temperature during its service life, the technical committee may specify an increased number of cycles.

### 5.7.5 Damp heat, steady-state with polarizing voltage

#### 5.7.5.1 General conditioning

The test specimens shall be placed in the humidity chamber for 96 h under conditions defined in test Cab of IEC 60068-2-78 as follows:

- temperature:  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
- relative humidity:  $93\%_{-3\%}^{+2\%}$

A DC voltage of 100 V is applied between **conductors** and adjacent lands. When a test specimen as defined in Annex C is used, the positive pole of the supply shall be connected to the “common”.

The test result is assessed according to 5.6, 5.8.3, 5.8.4 and 5.8.5.

#### 5.7.5.2 Additional conditioning with respect to electromigration

When equipment can be expected to be subject to abnormally severe conditions of pollution or humidity for significant periods during its service life, technical committees may specify a longer DC voltage test under damp heat conditions.

In order to minimize the overall testing time, this test should be carried out on six new test specimens which have been subjected to the soldering process (see 5.4), scratch-resistance test (only for type 2 **protection**) (see 5.6) and visual examination (see 5.5) only. The test is carried out according to 5.7.5.1. Preferred durations are 10 days, 21 days or 56 days.

## 5.8 Mechanical and electrical tests after conditioning and electromigration

### 5.8.1 General test conditions

The tests are carried out in a room having a temperature of between  $15\text{ °C}$  to  $35\text{ °C}$  and a relative humidity of between 45 % and 75 %.

For the tests of 5.8.3, 5.8.4 and 5.8.5, the specimens are placed in a chamber having a temperature of  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  and a relative humidity of  $93\%_{-3\%}^{+2\%}$  in accordance with IEC 60068-2-78 for 48 h. The test in 5.8.3 shall be conducted while the specimens are in the humidity chamber. The tests in 5.8.4 and 5.8.5 shall be conducted within one hour after removing the specimens from the humidity chamber.

### 5.8.2 Adhesion of coating

The tested area shall contain portions of metalization and **base material**.

The specimen shall be cleaned with a suitable organic solvent and allowed to dry.

Non-transferable transparent pressure-sensitive tape, in accordance with IEC 60454-3-1, is used. The tape shall have a minimum width of 13 mm. A suitable tape is IEC 60454-3-1-5/F-PVCP/90x. A new piece of tape shall be used for each test.

A 50-mm length of the tape is applied to the test specimen. Air bubbles are excluded by using means such as finger pressure, a hand roller or an eraser.

Within 10 s, the tape is removed by a snap pull applied approximately perpendicular to the surface of the test specimen.

NOTE A minimum achievable pull force can be specified by technical committees.

After the test, the **coating** shall not have loosened and there shall be no material transferred to the tape that is visible to the naked eye. In order to assess whether there has been any transfer of material, the tape may be placed on a sheet of white paper or card. If a white or light-coloured **coating** is being tested, a suitably contrasting coloured paper or card is used instead.

### 5.8.3 Insulation resistance between conductors

The test shall be carried out according to 10.3 of IEC 61189-3:2007, the voltage specified for test method 3E03 being as close to the working voltage as possible.

The minimum value for the insulation resistance between the **conductors** shall be 100 M $\Omega$ , unless otherwise specified by technical committees.

### 5.8.4 Voltage test

With a type 1 **protection** the impulse voltage test shall be carried out according to 6.1.2.2.1 of IEC 60664-1:2007.

NOTE 1 Because there is no relation between pollution degree and the Uimp withstand, a conductive layer, applied on the surface of the **protection** to perform the test, is not necessary.

With a type 2 **protection**, the electrical tests on the protected specimen shall be carried out according to 6.1.3.4 of IEC 60664-1:2007 with the exception that the test voltage is either as specified in 5.3.3.2.3 of IEC 60664-1:2007 or 0,707 times the relevant rated impulse voltage according to Table F.1 of IEC 60664-1:2007, whichever is the higher value. If the assembly is subjected to pollution degree 3 or 4, the withstand voltage test shall be carried out with a conductive layer on the surface of the **protection** to simulate the pollution degree.

NOTE 2 The conductive layer is not connected to the test generator or to one of the lands.

Reinforced insulation shall be tested with twice the test voltage required for basic insulation.

### 5.8.5 Partial discharge extinction voltage

The partial discharge test is only carried out for type 2 **protection**. The partial discharge extinction voltage and the test method are specified in 6.1.3.5 of IEC 60664-1:2007. The partial discharge test voltage is 700 V peak or the peak value of the working voltage multiplied by the relevant factors described in 6.1.3.5 of IEC 60664-1:2007, whichever is higher. If the assembly is subjected to pollution degree 3 or 4, the measurement of the partial discharge extinction voltage shall be carried out with a conductive layer on the surface of the **protection**.

The partial discharge extinction voltage is reached when the magnitude of the discharge does not exceed 5 pC.

## 5.9 Additional tests

### 5.9.1 General

Technical committees may require one or more of the tests in 5.9.2, 5.9.3 and 5.9.4 to be carried out.

### **5.9.2 Resistance to soldering heat**

The test shall be carried out according to test 3N02 of 11.2 of IEC 61189-3:2007.

The floating time shall be 20 s. After the test, the test specimen shall be assessed according to 5.6.

### **5.9.3 Flammability**

The test shall be carried out according to test 3C02 of 8.2 of IEC 61189-3:2007. The temperature shall be specified by the relevant technical committee.

The test shall be carried out on protected and unprotected assemblies. The results of the test shall not be adversely affected by the **protection**.

### **5.9.4 Solvent resistance**

This test shall be carried out according to test 17a of 8.5 of IEC 60326-2:1990.

The test shall be carried out using such organic solvent as agreed between user and manufacturer and as appropriate to the application.

During the handling of the organic solvent, appropriate personal protective equipment should be used.

After the test, the solvent shall be removed and the test specimen shall be assessed according to 5.6.

## Annex A (normative)

### Test sequences

The following Table A.1, Table A.2 and Table A.3 show the order in which the tests of Clause 5 have to be carried out. No failure of any specimen under test is permitted.

**Table A.1 – Test sequence 1**

| Reference | Test/conditioning requirements (six specimens)   |           |  |
|-----------|--|-----------|--|
| 5.4       | Soldering with the normal soldering procedure of the manufacturer, e.g. with the steps cleaning, protecting, soldering |           |  |
| 5.6       | Scratch resistance test (type 2 <b>protection</b> only)  |           |  |
| 5.5       | Visual examination   |           |  |
| 5.7       | <b>Conditioning of the test specimens</b>  |           |  |
|           | Temperature/Humidity   | Time      | Condition  |
| 5.7.2     | -10 °C<br>-25 °C<br>-40 °C<br>-65 °C   | 96 h      | Cold   |
| 5.7.3     | Temperature from Table 2   | 1 000 h   | Dry heat   |
| 5.7.4     | -10 °C/+125 °C<br>-25 °C/+125 °C<br>-40 °C/+125 °C<br>-65 °C/+125 °C   | 50 cycles | Rapid change of temperature<br>0,5 h/30 s/0,5 h    |
| 5.7.5.1   | 40 °C/93 % r.h.<br>DC 100 V  | 96 h      | Damp heat,<br>steady state with polarizing voltage |
| 5.8       | <b>Mechanical and electrical tests after conditioning and electromigration</b>   |           |  |
| 5.8.2     | Adhesion of <b>coating</b><br>(tape test)  |           |  |
| 5.5       | <b>Visual examination</b>  |           |  |
| 5.8.1     | 40 °C/93 % r.h.  | 48 h      | Humidity conditioning                              |
| 5.8.3     | Insulation resistance<br>≥ 100 MΩ  |           |  |
| 5.8.4     | Voltage test   |           |  |
| 5.8.5     | Partial discharge<br>extinction voltage<br>(type 2 <b>protection</b> only)   |           |  |

**Table A.2 – Test sequence 2 additional conditioning with respect to electromigration**

| Reference | Test/conditioning requirements (six specimens)   |                           |  |
|-----------|--|---------------------------|--|
| 5.4       | Soldering with the normal soldering procedure of the manufacturer, e.g. with the steps cleaning, protecting, soldering |                           |  |
| 5.6       | Scratch resistance test (type 2 <b>protection</b> only)  |                           |  |
| 5.5       | Visual examination   |                           |  |
| 5.7       | <b>Conditioning of the test specimens</b>  |                           |  |
|           | Temperature/Humidity   | Time                      | Condition  |
| 5.7.5.2   | 40 °C/93 % r.h.<br>DC 100 V  | 10 or<br>21 or<br>56 days | Damp heat,<br>steady state with polarizing voltage |
| 5.8       | <b>Mechanical and electrical tests after conditioning and electromigration</b>   |                           |  |
| 5.8.2     | Adhesion of <b>coating</b><br>(tape test)  |                           |  |
| 5.5       | <b>Visual examination</b>  |                           |  |
| 5.8.1     | 40 °C/93 % r.h   | 48 h                      | Humidity conditioning                              |
| 5.8.3     | Insulation resistance<br>≥ 100 MΩ  |                           |  |
| 5.8.4     | Voltage test   |                           |  |
| 5.8.5     | Partial discharge<br>extinction voltage<br>(type 2 <b>protection</b> only)   |                           |  |

**Table A.3 – Additional tests**

| Reference | Test/conditioning requirements (one specimen for each test) | Reference  |
|-----------|---|--|
| 5.9.2     | Resistance to soldering heat                                | 11.2 of<br>IEC 61189-3:2007<br>$t = 20$ s          |
| 5.9.3     | Flammability  | Test 3C02 of 8.2 of<br>IEC 61189-3:2007            |
| 5.9.4     | Solvent<br>resistance                                       | Solvent as agreed between user<br>and manufacturer |

## Annex B (normative)

### Decisions to be taken by the technical committees

#### B.1 General

When referring to the standard, technical committees are required to decide on the severity levels for some of the tests and are allowed to vary some of the test conditions.

#### B.2 Decisions required by technical committees

The following severities have to be specified:

|       |                             |   |
|-------|-----------------------------|---|
| 5.7.2 | Cold                        | Severity temperature                        |
| 5.7.4 | Rapid change of temperature | Degree of severity                          |
| 5.9.3 | Flammability                | Test temperature (if the test is specified) |

#### B.3 Optional test conditions

The following test conditions may be varied:

|         |  |   |
|---------|--|---|
| 5       | Tests  | Number of specimens specifying routine tests    |
| 5.7     | Conditioning of the test specimens                       | Modification of the parameters                  |
| 5.7.4   | Rapid change of temperature                              | Number of cycles                                |
| 5.7.4.2 | Additional conditioning with respect to electromigration | Duration of damp heat test                      |
| 5.8.2   | Adhesion of <b>coating</b>                               | Specifying the pull force                       |
| 5.8.3   | Insulation resistance between <b>conductors</b>          | Minimum value for insulation resistance         |
| 5.9     | Additional tests   | Specifying which additional tests are necessary |
| 5.9.4   | Solvent resistance                                       | Specifying the solvent                          |

## Annex C (normative)

### Printed wiring board for testing coatings

#### C.1 General

The printed wiring board described in this annex is suitable for assessing **coatings** that have to be tested in accordance with this standard.

#### C.2 Specification of the printed wiring board

In order to take into account the most unfavourable conditions, the following criteria have to be considered in order to provide a standard test specimen:

- the **base material**;
- the **coating** material;
- the **conductor** material;
- the mutual adhesion of the materials;
- the thickness of the **coating** material;
- the thickness, width and shape of the **conductor**;
- the **coating** pattern (e.g. size and shape of the access holes) in relation to the conductive pattern (e.g. lands); and
- the electrical field configuration.

The standard test specimen shall incorporate the same materials and shall use the same processing procedures as the **printed boards** for production. For instance, the standard test specimen has to be subjected to all processes (e.g. cleaning and soldering) to which the **printed boards** are exposed to in the specific application.

The size of the standard test specimen shown in Figure C.1 allows for **conductor spacings** up to 0,5 mm and **conductor** widths up to 2 mm. For larger **conductor spacings** or larger **conductor** widths, it may be necessary to use a larger board than that shown in Figure C.1.

The standard test specimen shall have the configurations as shown in Figure C.1 and Figure C.2.

#### C.3 Arrangement of the conductors

Ten pairs of parallel **conductors**, each **conductor** having a length of 100 mm, are terminated alternatively at the edge board contacts on either side of the **printed board**, as shown in section C of Figure C.1.

- The **spacing** between the first five pairs of **conductors** is equal to the minimum **spacing** that will be used in production. These **conductors** are shown as section A in Figure C.1.
- The **spacing** between the other five pairs of **conductors** is equal to the **spacing** used in production where the highest electrical stress occurs. These **conductors** are shown as section B in Figure C.1.

The **conductors** terminating on the left-hand side of the **printed board** (side X) have equal width. This width is equivalent to the minimum width used in production.

The **conductors** terminating on the right-hand side of the **printed board** (side Y) under section A in Figure C.1 have a width progressively increasing in five steps from the smallest

to the largest used in production. This configuration is repeated for the **conductors** terminating under section B in Figure C.1.

**Conductor** width is an important parameter regarding the adhesion of the **coating**. Therefore, the intermediate widths shall, as far as possible, represent the widths used in production.

The ends of the **conductors** opposite to the edge board contacts shall be formed as follows:

- enlarged to 1 mm in diameter, for **conductors** less than 1 mm in width;
- semi-circular, for **conductors** having a width of 1 mm or greater.

The **spacing** between adjacent pairs of **conductors** is at least five times the **spacing** between the **conductor** pair.

The part of the **printed board** covered by section C in Figure C.1 is coated, with the exception of the edge board contacts.

#### C.4 Arrangement of lands

Eighty-four (84) lands shall be arranged in six groups, each group comprising two rows of seven lands, as shown in section L of Figure C.1. The lands shall be surrounded on three sides by **conductors**, as shown in Figure C.2.

The **spacing** between the lands and **conductors** for three of the groups is equal to the minimum **spacing** used in production, shown as section M in Figure C.1.

The **spacing** between the lands and **conductors** for the other three groups is equal to the **spacing** used in production where the highest electrical stress occurs, shown as section N in Figure C.1.

The dimensions of the lands, together with the dimensions and arrangement of **conductors**, shall be representative of those used in production. Examples of different lands and arrangements of **conductors** are shown in Figure C.2.

All lands in each group are connected together and terminate at an edge board contact on the right-hand side of the **printed board** (side Y). All **conductors** in each group are connected together and terminate at an edge board contact on the left-hand side of the board (side X).

The part of the **printed board** covered by section L in Figure C.1 is coated, with the exception of the edge board contacts. In addition, the lands are not coated if this is the case in production.

#### C.5 Connections for the tests

The measurements required in 5.8.3, 5.8.4 and 5.8.5 are made between an edge board contact X and the corresponding edge board contact Y.

For the tests of 5.7.5.1 and 5.7.5.2, the edge board contacts of side Y are connected together by means of a short-circuit connector. The test voltage is applied between the common edge board contact on side X and all the other edge board contacts are connected together.

Dimensions in millimetres

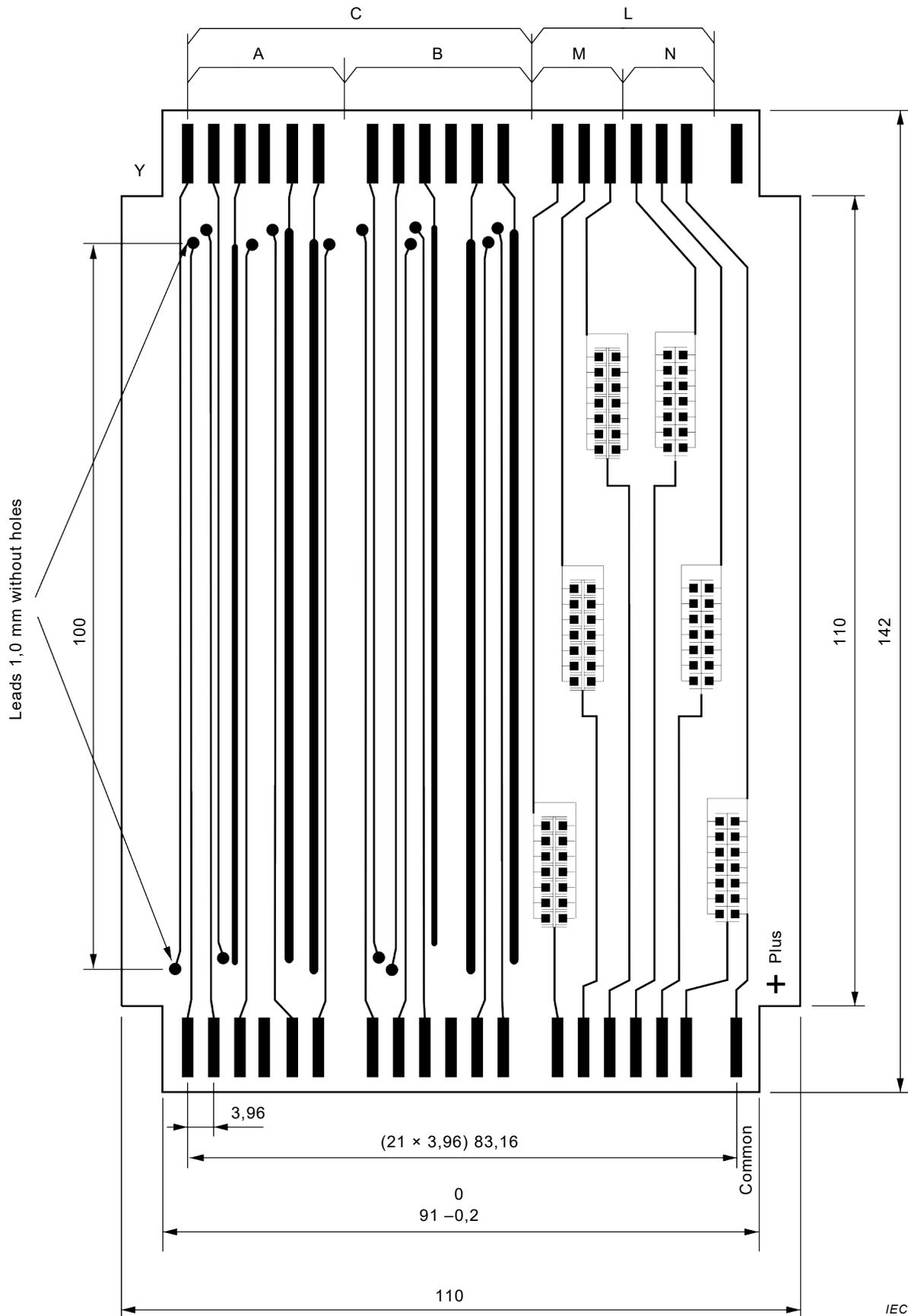
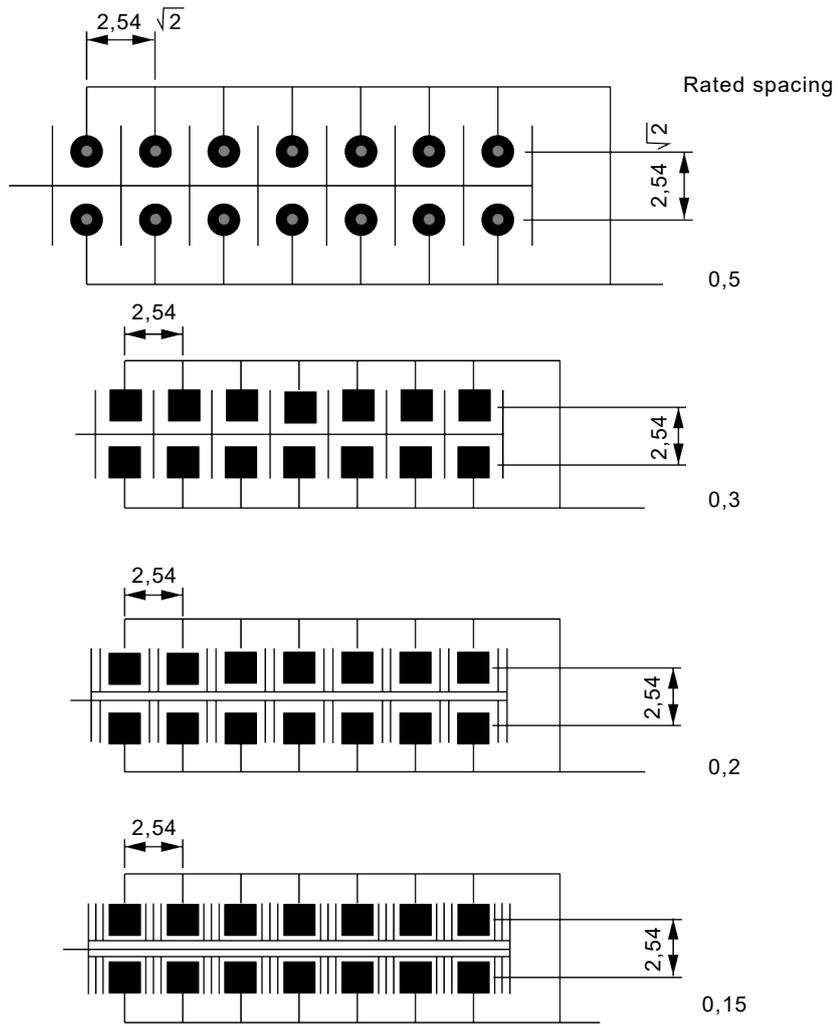


Figure C.1 – Configuration of the test specimen

*Dimensions in millimetres*



IEC

**Figure C.2 – Configuration of lands and adjacent conductors**

## Bibliography

IEC 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

---

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| AVANT-PROPOS .....   | 28 |
| INTRODUCTION.....  | 30 |
| 1 Domaine d'application .....  | 31 |
| 2 Références normatives .....  | 31 |
| 3 Termes et définitions .....  | 32 |
| 4 Exigences de conception .....  | 33 |
| 4.1 Principes.....   | 33 |
| 4.2 Plage d'application concernant l'environnement .....                             | 33 |
| 4.3 Exigences relatives aux types de protections .....                               | 34 |
| 4.4 Procédures de dimensionnement .....  | 34 |
| 5 Essais .....   | 35 |
| 5.1 Généralités .....  | 35 |
| 5.2 Echantillons destinés aux essais de revêtements.....                             | 36 |
| 5.3 Echantillons destinés aux essais des moulages et de l'empotage .....             | 36 |
| 5.4 Préparation des échantillons d'essai .....                                       | 36 |
| 5.5 Examen visuel .....  | 36 |
| 5.6 Essai de résistance aux éraflures .....  | 36 |
| 5.7 Conditionnement des échantillons d'essai .....                                   | 37 |
| 5.7.1 Généralités .....  | 37 |
| 5.7.2 Conditionnement froid.....   | 37 |
| 5.7.3 Conditionnement de chaleur sèche .....   | 37 |
| 5.7.4 Variation rapide de température.....   | 38 |
| 5.7.5 Essai continu de chaleur humide avec tension de polarisation .....             | 39 |
| 5.8 Essais mécaniques et électriques après conditionnement et électromigration ..... | 39 |
| 5.8.1 Conditions générales d'essai .....   | 39 |
| 5.8.2 Adhérence du revêtement.....   | 39 |
| 5.8.3 Résistance d'isolement entre conducteurs .....                                 | 40 |
| 5.8.4 Essai de tension .....   | 40 |
| 5.8.5 Tension d'extinction de décharge partielle .....                               | 40 |
| 5.9 Essais additionnels .....  | 41 |
| 5.9.1 Généralités .....  | 41 |
| 5.9.2 Résistance à la chaleur de brasage .....                                       | 41 |
| 5.9.3 Inflammabilité .....   | 41 |
| 5.9.4 Résistance au solvant.....   | 41 |
| Annexe A (normative) Séquences d'essai .....   | 42 |
| Annexe B (normative) Décisions des comités d'études.....                             | 44 |
| B.1 Généralités .....  | 44 |
| B.2 Décisions exigées de la part des comités d'études.....                           | 44 |
| B.3 Conditions d'essai facultatives .....  | 44 |
| Annexe C (normative) Cartes à câblage imprimé pour revêtements d'essai.....          | 45 |
| C.1 Généralités .....  | 45 |
| C.2 Spécification de la carte à câblage imprimé .....                                | 45 |
| C.3 Disposition des conducteurs .....  | 45 |
| C.4 Disposition des pastilles .....  | 46 |
| C.5 Connexions pour les essais .....   | 46 |
| Bibliographie.....   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 – Essai de résistance aux éraflures pour couches de protection.....                        | 37 |
| Figure C.1 – Configuration de l'échantillon d'essai .....   | 48 |
| Figure C.2 – Configuration des pastilles et des conducteurs adjacents .....                         | 49 |
| Tableau 1 – Espacements minimaux pour la protection de type 2 .....                                 | 35 |
| Tableau 2 – Conditionnement de chaleur sèche .....  | 38 |
| Tableau 3 – Degrés de sévérité des variations rapides de température.....                           | 38 |
| Tableau A.1 – Séquence d'essai 1 .....  | 42 |
| Tableau A.2 – Séquence d'essai 2 conditionnement additionnel concernant<br>l'électromigration ..... | 43 |
| Tableau A.3 – Essais additionnels .....   | 43 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

#### Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution

##### 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 60664-3 a été établie par le comité d'études 109 de l'IEC: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide IEC 104.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003 et l'Amendement 1:2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) des informations concernant l'interpolation ont été ajoutées;

- b) l'essai de résistance aux éraflures est destiné uniquement aux **protections** de type 2;
- c) l'essai de résistance aux éraflures a été renuméroté et placé à la suite de l'essai d'examen visuel, ce qui est plus pertinent;
- d) le tableau de l'annexe désormais désignée comme l'Annexe A a été divisé en plusieurs tableaux, pour plus de clarté.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 109/153/FDIS | 109/154/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.

Dans la présente norme, les caractères suivants sont utilisés:

- Termes utilisés tout au long de la présente norme qui sont définis à l'Article 3: **caractères gras**

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60664, publiées sous le titre général *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*, 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.

## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 60664 précise les conditions dans lesquelles la réduction des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite peut s'appliquer aux ensembles rigides tels que les **cartes imprimées** ou les bornes des composants. La **protection** contre la pollution peut être obtenue par tous types d'encapsulages, tels que le **revêtement**, l'empotage ou le moulage. La **protection** peut être appliquée sur une face ou sur les deux faces de l'ensemble. La présente norme spécifie les propriétés isolantes du matériau de protection.

Entre deux parties conductrices quelconques non protégées, les exigences relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite de l'IEC 60664-1 s'appliquent.

Le présent document fait uniquement référence à une **protection** permanente. Elle n'englobe pas les ensembles après réparation.

Il convient que les comités d'études examinent les implications pour la **protection** des **conducteurs** et composants surchauffés, en particulier dans des conditions de défaut, et qu'ils décident si des exigences additionnelles sont nécessaires.

Un fonctionnement performant en toute sécurité des ensembles dépend d'un procédé de fabrication précis et contrôlé pour l'application du système de protection. Il convient que les exigences relatives au contrôle de la qualité, par exemple par des essais par prélèvement, soient prises en considération par les comités d'études.

## COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

### Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60664 est applicable aux ensembles protégés contre la pollution au moyen de **revêtement**, d'empotage ou de moulage, permettant ainsi une réduction des distances d'isolement et des lignes de fuite décrites dans l'IEC 60664-1.

Le présent document décrit les exigences et procédures d'essai pour deux méthodes de **protection**:

- la **protection** de type 1 améliore le microenvironnement des parties sous **protection**;
- la **protection** de type 2 est considérée comme similaire à l'**isolation solide**.

Le présent document s'applique également à toutes sortes de **cartes imprimées** protégées, y compris la surface de couches internes de cartes multicouches, de substrats et d'ensembles protégés de manière similaire. Dans le cas de **cartes imprimées** multicouches, les distances à travers une couche interne sont couvertes par les exigences relatives à l'**isolation solide** dans l'IEC 60664-1.

NOTE Les circuits intégrés hybrides et la technologie à couches épaisses sont des exemples de substrats.

Le présent document fait uniquement référence à une **protection** permanente. Elle n'englobe pas les ensembles soumis à une mise au point mécanique ou à des réparations.

Les principes de la présente norme sont applicables à l'isolation fonctionnelle, principale, supplémentaire et renforcée.

#### 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 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60326-2:1990, *Cartes imprimées – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60454-3-1: 1998/AMD1:2001, *Rubans adhésifs sensibles à la pression à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Rubans en PVC avec un adhésif sensible à la pression*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61189-3:2007, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)*

IEC 61249-2 (toutes les parties), *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués*

IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible en anglais uniquement)

ISO/IEC Guide 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60664-1, ainsi que les 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

##### **matériau de base**

matériau isolant sur lequel peut être réalisée une impression conductrice

Note 1 à l'article: Le **matériau de base** peut être rigide et souple, ou encore les deux. Il peut s'agir d'un diélectrique ou d'une feuille de métal isolée.

[SOURCE: IEC TR 60664-2-1:2011, 3.2]

#### 3.2

##### **carte imprimée**

**matériau de base** découpé aux dimensions demandées, percé de tous les trous prescrits, et portant au moins une impression conductrice.

Les **cartes imprimées** sont divisées en plusieurs types selon:

- leur structure (c'est-à-dire simple face, double face, multicouches)
- la nature du **matériau de base** (c'est-à-dire: rigide, souple)

[SOURCE: IEC 60050-541:1990, 541-01-03]

### 3.3

#### **conducteur (d'une carte imprimée)**

piste conductrice individuelle d'une impression conductrice

[SOURCE: IEC 60050-541:1990, 541-01-20]

### 3.4

#### **protection**

mesure qui réduit l'influence de l'environnement

### 3.5

#### **revêtement**

matériau isolant tel que vernis ou film sec posé sur la surface de l'ensemble

Note 1 à l'article: Le **revêtement** et le **matériau de base** d'une **carte imprimée** forment un système isolant qui peut avoir des propriétés similaires à l'**isolation solide**.

### 3.6

#### **isolation solide**

matériau isolant entièrement constitué d'un solide

Note 1 à l'article: Dans le cas d'une **carte imprimée** à **revêtement**, l'**isolation solide** est constituée de la carte elle-même ainsi que du **revêtement**. Dans les autres cas, l'**isolation solide** est constituée du matériau d'encapsulation.

[SOURCE: IEC 60050-212:2010, 212-11-02]

### 3.7

#### **espacement**

toute combinaison de distances d'isolement, de lignes de fuite et des distances à travers l'isolation

[SOURCE: IEC TR 60664-2-1:2011, 3.41]

## 4 Exigences de conception

### 4.1 Principes

Le dimensionnement des **espacements** entre les **conducteurs** dépend du type de **protection** utilisé.

Lorsque la **protection** de type 1 est utilisée, le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite doit suivre les exigences de l'IEC 60664-1. Si les exigences de cette norme sont respectées, le degré 1 de pollution s'applique sous la **protection**.

Lorsque la **protection** de type 2 est utilisée, les **espacements** entre les parties conductrices doivent satisfaire aux exigences et aux essais relatifs à l'**isolation solide** de l'IEC 60664-1 et leurs dimensions ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement minimales spécifiées dans l'IEC 60664-1 pour des conditions de champ homogènes.

### 4.2 Plage d'application concernant l'environnement

Les exigences de conception sont applicables dans tous les microenvironnements.

Les contraintes de température, chimiques, mécaniques, ou bien celles énumérées en 5.3.2.4 de l'IEC 60664-1:2007, doivent être prises en compte lors du choix du matériau de protection.

L'absorption d'humidité par le matériau de protection ne doit pas affecter les propriétés d'isolation des parties protégées.

NOTE L'absorption d'humidité peut être vérifiée par une mesure de la résistance d'isolement dans des conditions humides.

### 4.3 Exigences relatives aux types de protections

La **protection** est obtenue des manières suivantes.

- La **protection** de type 1 améliore le microenvironnement des parties sous **protection**. Les exigences relatives à la distance d'isolement et aux lignes de fuite de l'IEC 60664-1 pour le degré 1 de pollution s'appliquent sous la **protection**. Entre deux parties conductrices, il est exigé qu'une partie conductrice ou les deux, ainsi que tous les **espacements** entre elles, soient couverts par la **protection**.
- La **protection** de type 2 est considérée comme similaire à l'**isolation solide**. Sous la **protection**, les exigences relatives à l'**isolation solide** spécifiées dans l'IEC 60664-1 sont applicables et les **espacements** ne doivent pas être inférieurs à ceux qui sont spécifiés dans le Tableau 1. Les exigences relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite de l'IEC 60664-1 ne s'appliquent pas. Entre deux parties conductrices, il est exigé que les deux parties conductrices soient couvertes par la **protection**, de même que tous les **espacements** entre elles, de sorte qu'il n'existe aucun entrefer entre le matériau de protection, les parties conductrices et la **carte imprimée**.

Les exigences relatives à la distance d'isolement et aux lignes de fuite conformément à l'IEC 60664-1 s'appliquent à toutes les parties non protégées des matériels.

### 4.4 Procédures de dimensionnement

Pour la **protection** de type 1, les exigences de dimensionnement de 5.1 et 5.2 de l'IEC 60664-1:2007 s'appliquent.

Pour la **protection** de type 2, l'**espacement** entre les **conducteurs** avant d'appliquer la **protection** ne doit pas être inférieur aux valeurs spécifiées dans le Tableau 1. Ces valeurs s'appliquent à l'isolation principale, à l'isolation supplémentaire, ainsi qu'à l'isolation renforcée. Ces valeurs peuvent également être appliquées à l'isolation fonctionnelle.

NOTE Dans le cas des cartes multicouches, l'**espacement** entre les **conducteurs** à la surface des couches internes est dimensionné comme spécifié pour la **protection** de type 1 ou la **protection** de type 2 en fonction du résultat des essais sur la **protection**.

**Tableau 1 – Espacements minimaux pour la protection de type 2**

| Valeur de crête maximale de toute tension <sup>a)</sup><br>kV | Espacements minimaux<br>mm |
|---|----------------------------|
| ≤ 0,33  | 0,01                       |
| > 0,33 et ≤ 0,4   | 0,02                       |
| > 0,4 et ≤ 0,5  | 0,04                       |
| > 0,5 et ≤ 0,6  | 0,06                       |
| > 0,6 et ≤ 0,8  | 0,1                        |
| > 0,8 et ≤ 1,0  | 0,15                       |
| > 1,0 et ≤ 1,2  | 0,2                        |
| > 1,2 et ≤ 1,5  | 0,3                        |
| > 1,5 et ≤ 2,0  | 0,45                       |
| > 2,0 et ≤ 2,5  | 0,6                        |
| > 2,5 et ≤ 3,0  | 0,8                        |
| > 3,0 et ≤ 4,0  | 1,2                        |
| > 4,0 et ≤ 5,0  | 1,5                        |
| > 5,0 et ≤ 6,0  | 2                          |
| > 6,0 et ≤ 8,0  | 3                          |
| > 8,0 et ≤ 10   | 3,5                        |
| > 10 et ≤ 12  | 4,5                        |
| > 12 et ≤ 15  | 5,5                        |
| > 15 et ≤ 20  | 8                          |
| > 20 et ≤ 25  | 10                         |
| > 25 et ≤ 30  | 12,5                       |
| > 30 et ≤ 40  | 17                         |
| > 40 et ≤ 50  | 22                         |
| > 50 et ≤ 60  | 27                         |
| > 60 et ≤ 80  | 35                         |
| > 80 et ≤ 100   | 45                         |

<sup>a)</sup> Les surtensions transitoires sont ignorées étant donné qu'elles sont peu susceptibles de dégrader l'ensemble protégé.

La conformité est vérifiée par mesure de l'**espacement** avant d'appliquer la **protection**.

## 5 Essais

### 5.1 Généralités

L'aptitude à la **protection** est évaluée en effectuant tous les essais décrits en 5.8 après le conditionnement décrit en 5.7.

L'aptitude à la **protection** est évaluée après l'examen visuel décrit en 5.5, l'essai de résistance aux éraflures décrit en 5.6 et le conditionnement qui s'ensuit, décrit en 5.7. Sauf indication contraire de la part des comités d'études, six échantillons sont utilisés. De plus, les comités d'études peuvent spécifier les essais additionnels de 5.9, dont chacun est effectué sur un nouvel échantillon séparé.

Ces essais sont conçus pour les essais de type. Il convient que les comités d'études examinent si des essais doivent être spécifiés pour les essais individuels de série ou par prélèvement.

La séquence des essais est présentée à l'Annexe A.

Aucune défaillance de l'échantillon en essai n'est admise.

L'Annexe B énumère les décisions devant nécessairement être prises par les comités d'études en se référant à la présente norme.

## 5.2 Echantillons destinés aux essais de revêtements

Les échantillons d'essai peuvent être:

- des échantillons d'essai conformes à l'Annexe C, qui s'appliquent spécifiquement aux cartes à câblage imprimé; les échantillons utilisés pour les essais doivent avoir les mêmes distances minimales que ceux issus de la production;
- des échantillons issus de la production; ou
- toute **carte imprimée**, tant que les échantillons d'essai sont représentatifs de ceux issus de la production.

## 5.3 Echantillons destinés aux essais des moulages et de l'empotage

Les échantillons de production doivent être utilisés ou ils doivent être représentatifs de ceux issus de la production.

## 5.4 Préparation des échantillons d'essai

Les **cartes imprimées** doivent être nettoyées et revêtues en utilisant la procédure normale du fabricant. La procédure de brasage est réalisée, mais sans que les composants soient en place. Les échantillons moulés et empotés doivent être soumis aux essais sans préparation supplémentaire.

## 5.5 Examen visuel

Les échantillons doivent être examinés visuellement conformément à l'essai 3V02 en 6.2 de l'IEC 61189-3:2007.

Les échantillons ne doivent présenter aucun des phénomènes suivants:

- cloquage,
- gonflement,
- séparation du **matériau de base**,
- fissures,
- vides,
- zones à parties conductrices adjacentes non protégées, à l'exception des pastilles,
- électromigration (à la suite du conditionnement pour l'électromigration),

d'après les critères des séquences d'essai donnés dans les tableaux de l'Annexe A.

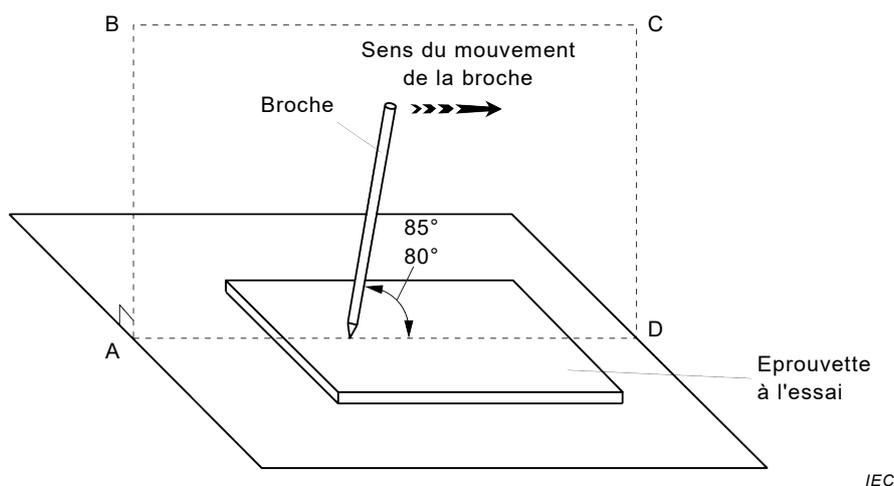
## 5.6 Essai de résistance aux éraflures

L'essai de résistance aux éraflures est uniquement effectué pour la **protection** de type 2. Avant la séquence d'essais destinés à la **protection** de type 2, les échantillons d'essai doivent être soumis à l'essai de résistance aux éraflures.

NOTE Dans certains cas, l'essai de résistance aux éraflures ne peut pas être appliqué aux ensembles protégés contre la pollution au moyen d'empotage ou de moulage. Dans de tels cas, il peut être nécessaire d'envisager des essais autres ou supplémentaires.

Les éraflures doivent être faites à travers cinq paires de parties conductrices et les séparations intermédiaires aux points où l'isolation sera soumise au champ électrique maximal entre les **conducteurs**.

Les couches de protection doivent être éraflées au moyen d'une broche en acier durci, dont l'extrémité a la forme d'un cône d'un angle de  $40^\circ$ . Sa pointe est arrondie et polie, avec un rayon de  $0,25 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$ . La broche doit être chargée de sorte que la force exercée le long de son axe soit de  $10 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$ . Les éraflures doivent être faites en tirant la broche le long de la surface dans un plan perpendiculaire aux bords **conducteurs** de la couche de protection à une vitesse approximative de  $20 \text{ mm/s}$  comme l'indique la Figure 1. Cinq éraflures doivent être faites à intervalle d'au moins  $5 \text{ mm}$  et à au moins  $5 \text{ mm}$  des bords.



NOTE La broche est dans le plan ABCD qui est perpendiculaire à l'échantillon en essai.

**Figure 1 – Essai de résistance aux éraflures pour couches de protection**

## 5.7 Conditionnement des échantillons d'essai

### 5.7.1 Généralités

Les méthodes de conditionnement sont adaptées à la majorité des applications. Pour des applications particulières, une modification des paramètres spécifiés pour le conditionnement peut être appropriée et il convient qu'elle soit envisagée par les comités d'études.

NOTE La séquence climatique de 5.7.2 à 5.7.5 est destinée à simuler le vieillissement.

### 5.7.2 Conditionnement froid

Le conditionnement froid (simulation de stockage et de transport) est effectué conformément à l'essai Ab de l'IEC 60068-2-1. Les sévérités doivent être spécifiées par les comités d'études et choisies parmi les températures suivantes:

- $-10^\circ \text{C}$
- $-25^\circ \text{C}$
- $-40^\circ \text{C}$
- $-65^\circ \text{C}$

La durée de l'essai est de  $96 \text{ h}$ .

### 5.7.3 Conditionnement de chaleur sèche

Le conditionnement de chaleur sèche est effectué selon l'essai Bb de l'IEC 60068-2-2. Cependant, le temps de conditionnement et la température de conditionnement correspondent

à la composition de la **carte imprimée** et à la température de la surface de travail présentées au Tableau 2. Les températures maximales de la surface de travail du Tableau 2 et les températures de conditionnement correspondantes peuvent être interpolées.

**Tableau 2 – Conditionnement de chaleur sèche**

| Résine/matériau de base   | Température maximale de la surface de travail | Température de conditionnement | Temps de conditionnement |
|---|---|--------------------------------|--------------------------|
|   | °C  | °C                             | h                        |
| Époxyde/papier de cellulose   | 105   | 165                            | 1000                     |
|   | 75  | 125                            | 1000                     |
| Époxyde/surfaces de tissu de verre/cœur en papier de cellulose  | 140   | 175                            | 1000                     |
|   | 100   | 125                            | 1000                     |
|   | 75  | 95                             | 1000                     |
| Époxyde/surfaces de tissu de verre/cœur en verre non tissé  | 140   | 175                            | 1000                     |
|   | 100   | 125                            | 1000                     |
|   | 75  | 95                             | 1000                     |
| Époxyde/tissu de verre  | 140   | 175                            | 1000                     |
|   | 100   | 125                            | 1000                     |
|   | 75  | 95                             | 1000                     |
| Polyester/mat de verre  | 160   | 200                            | 1000                     |
|   | 100   | 130                            | 1000                     |
|   | 75  | 100                            | 1000                     |
| Phénolique/papier de cellulose (d'inflammabilité définie – essai de combustion verticale) <sup>a)</sup> | 110   | 155                            | 1000                     |
|   | 75  | 110                            | 1000                     |
| Phénolique/papier de cellulose  | 125   | 170                            | 1000                     |
|   | 100   | 140                            | 1000                     |
|   | 75  | 110                            | 1000                     |

<sup>a)</sup> Pour l'inflammabilité définie, se reporter au 8.6 de l'IEC 61189-2:2006 et à la partie applicable de l'IEC 61249-2.

#### 5.7.4 Variation rapide de température

La variation rapide du conditionnement de température est conforme à l'essai Na de l'IEC 60068-2-14. Les températures sont conformes au Tableau 3, où le degré de sévérité doit être spécifié par le comité d'études correspondant.

**Tableau 3 – Degrés de sévérité des variations rapides de température**

| Degré de sévérité | Température minimale | Température maximale |
|-------------------|----------------------|----------------------|
|                   | °C                   | °C                   |
| 1                 | -10                  | 125                  |
| 2                 | -25                  | 125                  |
| 3                 | -40                  | 125                  |
| 4                 | -65                  | 125                  |

Le conditionnement est effectué comme suit:

- durée d'un cycle: 1 h (30 min ± 2 min à chaque température)
- vitesse de variation de température: 30 s au maximum

- nombre de cycles: 50

Lorsqu'un ensemble protégé est susceptible d'être soumis à de nombreuses variations de température pendant sa durée de vie, le comité d'études peut spécifier une augmentation du nombre de cycles.

## 5.7.5 Essai continu de chaleur humide avec tension de polarisation

### 5.7.5.1 Conditionnement général

Les échantillons d'essai doivent être placés dans la chambre d'essai d'humidité pendant 96 h dans des conditions conformes à l'essai Cab de l'IEC 60068-2-78, comme suit:

- température:  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
- humidité relative:  $93\%_{-3\%}^{+2\%}$

Une tension en courant continu de 100 V est appliquée entre les **conducteurs** et les pastilles adjacentes. Lorsqu'un échantillon d'essai conforme à l'Annexe C est utilisé, le pôle positif de l'alimentation doit être raccordé au "commun".

Le résultat d'essai est évalué conformément à 5.6, 5.8.3, 5.8.4 et 5.8.5.

### 5.7.5.2 Conditionnement additionnel concernant l'électromigration

Lorsqu'il est prévu que le matériel puisse être soumis à des conditions anormalement sévères de pollution ou d'humidité pendant des périodes significatives pendant sa durée de vie, des comités d'études peuvent spécifier un essai de tension à courant continu plus long dans des conditions de chaleur humide.

Afin de réduire le plus possible le temps total d'essai, il convient d'effectuer cet essai sur six nouveaux échantillons d'essai qui ont été soumis au procédé de brasage (voir 5.4), à l'essai de résistance aux éraflures (pour les **protections** de type 2 seulement) (voir 5.6) et à l'examen visuel (voir 5.5) seulement. L'essai est effectué conformément à 5.7.5.1. Les durées préférentielles sont de 10 jours, 21 jours ou 56 jours.

## 5.8 Essais mécaniques et électriques après conditionnement et électromigration

### 5.8.1 Conditions générales d'essai

Les essais sont effectués dans une salle d'une température comprise entre  $15\text{ °C}$  et  $35\text{ °C}$  et d'une humidité relative comprise entre 45 % et 75 %.

Pour les essais du 5.8.3, du 5.8.4 et du 5.8.5, les échantillons sont placés dans une chambre d'une température de  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et d'une humidité relative de  $93\%_{-3\%}^{+2\%}$  conformément à l'IEC 60068-2-78 pendant 48 h. L'essai du 5.8.3 doit être effectué pendant que les échantillons sont dans la chambre d'essai d'humidité. Les essais du 5.8.4 et du 5.8.5 doivent être effectués moins d'une heure après que les échantillons ont été retirés de la chambre d'essai d'humidité.

### 5.8.2 Adhérence du revêtement

La surface en essai doit contenir des portions de métallisation et de **matériau de base**.

L'échantillon doit être nettoyé à l'aide d'un solvant organique adapté, puis laissé sécher.

Une bande non transférable transparente sensible à la pression est utilisée, conformément à l'IEC 60454-3-1. La bande doit présenter une largeur minimale de 13 mm. Une bande adaptée

correspond à IEC 60454-3-1-5/F-PVCP/90x. Un nouveau morceau de bande doit être utilisé pour chaque essai.

Une longueur de 50 mm de la bande est appliquée à l'échantillon d'essai. Des bulles d'air sont évacuées au moyen de la pression du doigt, d'une roulette à main ou d'une gomme à effacer.

Dans l'intervalle de 10 s, la bande est arrachée d'un coup sec de façon approximativement perpendiculaire à la surface de l'échantillon d'essai.

NOTE Une force réalisable minimale de traction peut être spécifiée par le comité d'études.

Après l'essai, le **revêtement** ne doit pas être relâché et il ne doit pas y avoir de matériau transféré sur la bande qui soit visible à l'œil nu. Afin d'évaluer s'il y a eu un transfert de matériau, la bande doit être placée sur une feuille de papier blanc ou une carte blanche. Si le **revêtement** soumis à l'essai est blanc ou de couleur claire, une feuille de papier ou une carte de couleur est utilisée à la place.

### 5.8.3 Résistance d'isolement entre conducteurs

L'essai doit être effectué conformément au 10.3 de l'IEC 61189-3:2007, la tension spécifiée pour l'essai 3E03 étant aussi proche que possible de la tension locale.

Sauf indication contraire des comités d'étude, la valeur minimale de la résistance d'isolement entre les **conducteurs** doit être de 100 MΩ.

### 5.8.4 Essai de tension

Avec une protection de type 1, l'essai de tension de tenue aux chocs doit être effectué selon 6.1.2.2.1 de l'IEC 60664-1:2007.

NOTE 1 Dans la mesure où le degré de pollution et la tenue au choc Uimp ne sont pas liés, une couche conductrice, appliquée sur la surface de la protection pour effectuer l'essai, n'est pas nécessaire.

Avec une **protection** de type 2, les essais électriques sur l'échantillon protégé doivent être effectués conformément au 6.1.3.4 de de l'IEC 60664-1:2007, à une exception: la tension d'essai est soit égale à la valeur spécifiée au 5.3.3.2.3 de de l'IEC 60664-1:2007, soit égale à 0,707 fois la tension assignée de tenue aux chocs du Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2007 (la valeur retenue est la plus élevée des deux). Si l'ensemble est soumis au degré 3 ou 4 de pollution, l'essai de tension de tenue doit être effectué avec une couche conductrice sur la surface de la protection pour simuler le degré de pollution.

NOTE 2 La couche conductrice n'est pas connectée au générateur d'essai ou à une des pastilles.

L'isolation renforcée doit être soumise à l'essai avec deux fois la tension d'essai exigée pour l'isolation principale.

### 5.8.5 Tension d'extinction de décharge partielle

L'essai de décharge partielle est uniquement effectué pour la **protection** de type 2. La tension d'extinction de décharge partielle et la méthode d'essai sont spécifiées en 6.1.3.5 de l'IEC 60664-1:2007. La tension d'essai de décharge partielle est la tension de crête de 700 V ou la valeur de crête de la tension locale multipliée par les facteurs correspondants décrits en 6.1.3.5 de l'IEC 60664-1:2007 (la valeur retenue est la plus élevée des deux). Si l'ensemble est soumis au degré 3 ou 4 de pollution, la mesure de la tension d'extinction de décharge partielle doit être effectuée avec une couche conductrice sur la surface de la **protection**.

La tension d'extinction de décharge partielle est atteinte lorsque l'amplitude de la décharge ne dépasse pas 5 pC.

## **5.9 Essais additionnels**

### **5.9.1 Généralités**

Les comités d'études peuvent exiger l'exécution d'un ou de plusieurs des essais décrits dans 5.9.2, 5.9.3 et 5.9.4.

### **5.9.2 Résistance à la chaleur de brasage**

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 3N02 du 11.2 de l'IEC 61189-3:2007.

Le temps d'ajustage doit être de 20 s. Après l'essai, l'échantillon d'essai doit être évalué conformément à 5.6.

### **5.9.3 Inflammabilité**

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 3C02 du 8.2 de l'IEC 61189-3:2007. La température doit être spécifiée par le comité technique responsable.

L'essai doit être effectué sur des ensembles protégés et non protégés. Les résultats de l'essai ne doivent pas être altérés par la **protection**.

### **5.9.4 Résistance au solvant**

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 17a du 8.5 de l'IEC 60326-2:1990.

L'essai doit être effectué en utilisant un solvant organique convenu entre l'utilisateur et le fabricant, et de façon appropriée à cette application.

Durant la manipulation du solvant organique, il convient que le personnel utilise une protection appropriée.

Après l'essai, le solvant doit être enlevé et l'échantillon d'essai doit être évalué conformément à 5.6.

**Annexe A**  
(normative)

**Séquences d'essai**

Le Tableau 1, le Tableau 2 et le Tableau 3 suivants indiquent l'ordre dans lequel les essais de l'Article 5 doivent être effectués. Aucune défaillance de l'échantillon en essai n'est admise.

**Tableau A.1 – Séquence d'essai 1**

| Référence | Exigences d'essai/de conditionnement (six échantillons)   |              |  |
|-----------|---|--------------|--|
| 5.4       | Brasage avec la procédure de brasage normale du fabricant, par exemple les étapes de nettoyage, de protection, de brasage |              |  |
| 5.6       | Essai de résistance aux éraflures ( <b>protection</b> de type 2 seulement)  |              |  |
| 5.5       | Examen visuel   |              |  |
| 5.7       | <b>Conditionnement des échantillons d'essai</b>   |              |  |
|           | <b>Température/Humidité</b>   | <b>Durée</b> | <b>Conditions</b>  |
| 5.7.2     | -10 °C<br>-25 °C<br>-40 °C<br>-65 °C  | 96 h         | Froid  |
| 5.7.3     | Température d'après le Tableau 2  | 1 000 h      | Chaleur sèche  |
| 5.7.4     | -10 °C/+ 125 °C<br>-25 °C/+ 125 °C<br>-40 °C/+ 125 °C<br>-65 °C/+ 125 °C  | 50 cycles    | Variation rapide de température<br>0,5 h/30 s/0,5 h          |
| 5.7.5.1   | 40 °C/93 % h.r.<br>100 V c.c.   | 96 h         | Essai continu de chaleur humide avec tension de polarisation |
| 5.8       | <b>Essais mécaniques et électriques après conditionnement et électromigration</b>   |              |  |
| 5.8.2     | Adhérence du <b>revêtement</b><br>(essai de bande)  |              |  |
| 5.5       | <b>Examen visuel</b>  |              |  |
| 5.8.1     | 40 °C/93 % h.r.   | 48 h         | Essai d'humidité   |
| 5.8.3     | Résistance d'isolement<br>≥ 100 MΩ  |              |  |
| 5.8.4     | Essai de tension  |              |  |
| 5.8.5     | Tension d'extinction de décharge partielle<br>( <b>protection</b> de type 2 seulement)                                    |              |  |

**Tableau A.2 – Séquence d'essai 2 conditionnement additionnel concernant l'électromigration**

| Référence | Exigences d'essai/de conditionnement (six échantillons)   |                            |  |
|-----------|---|----------------------------|--|
| 5.4       | Brasage avec la procédure de brasage normale du fabricant, par exemple les étapes de nettoyage, de protection, de brasage |                            |  |
| 5.6       | Essai de résistance aux éraflures ( <b>protection</b> de type 2 seulement)  |                            |  |
| 5.5       | Examen visuel   |                            |  |
| 5.7       | <b>Conditionnement des échantillons d'essai</b>   |                            |  |
|           | Température/Humidité  | Durée                      | Conditions   |
| 5.7.5.2   | 40 °C/93 % h.r.<br>100 V c.c.   | 10 ou<br>21 ou<br>56 jours | Essai continu de chaleur humide avec tension de polarisation |
| 5.8       | <b>Essais mécaniques et électriques après conditionnement et électromigration</b>   |                            |  |
| 5.8.2     | Adhérence du <b>revêtement</b><br>(essai de bande)  |                            |  |
| 5.5       | <b>Examen visuel</b>  |                            |  |
| 5.8.1     | 40 °C/93 % h.r.   | 48 h                       | Essai d'humidité   |
| 5.8.3     | Résistance d'isolement<br>≥ 100 MΩ  |                            |  |
| 5.8.4     | Essai de tension  |                            |  |
| 5.8.5     | Tension d'extinction de décharge partielle<br>( <b>protection</b> de type 2 seulement)                                    |                            |  |

**Tableau A.3 – Essais additionnels**

| Référence | Exigences d'essai/de conditionnement<br>(un échantillon par essai) | Référence   |
|-----------|--|---|
| 5.9.2     | Résistance à la chaleur de brasage                                 | 11.2 de l'IEC 61189-3:2007<br>$t = 20$ s            |
| 5.9.3     | Inflammabilité   | Essai 3C02 du 8.2 de l'IEC 61189-3:2007             |
| 5.9.4     | Résistance au solvant  | Solvant convenu entre l'utilisateur et le fabricant |

## Annexe B (normative)

### Décisions des comités d'études

#### B.1 Généralités

Lorsqu'ils se réfèrent à la norme, les comités d'études doivent nécessairement décider des niveaux de sévérité pour certains des essais et peuvent modifier certaines des conditions d'essai.

#### B.2 Décisions exigées de la part des comités d'études

Les sévérités suivantes doivent être spécifiées:

|       |                                 |   |
|-------|---------------------------------|---|
| 5.7.2 | Froid                           | Température de sévérité                       |
| 5.7.4 | Variation rapide de température | Degré de sévérité                             |
| 5.9.3 | Inflammabilité                  | Température d'essai (si l'essai est spécifié) |

#### B.3 Conditions d'essai facultatives

Les conditions d'essai suivantes peuvent être modifiées:

|         |   |  |
|---------|---|--|
| 5       | Essais  | Nombre d'échantillons spécifiant des essais individuels de série |
| 5.7     | Conditionnement des échantillons d'essai                  | Modification des paramètres                                      |
| 5.7.4   | Variation rapide de température                           | Nombre de cycles   |
| 5.7.4.2 | Conditionnement additionnel concernant l'électromigration | Durée de l'essai de chaleur humide                               |
| 5.8.2   | Adhérence du <b>revêtement</b>                            | Spécification de la force de traction                            |
| 5.8.3   | Résistance d'isolement entre <b>conducteurs</b>           | Valeur minimale de la résistance d'isolement                     |
| 5.9     | Essais additionnels                                       | Spécification des essais additionnels nécessaires                |
| 5.9.4   | Résistance au solvant                                     | Spécification du solvant   |

## Annexe C (normative)

### Cartes à câblage imprimé pour revêtements d'essai

#### C.1 Généralités

La carte à câblage imprimé décrite dans la présente annexe est adaptée pour l'évaluation des **revêtements** devant être soumis à l'essai conformément à la présente norme.

#### C.2 Spécification de la carte à câblage imprimé

Afin de prendre en compte les conditions les plus défavorables, les critères suivants doivent être pris en considération afin de fournir un échantillon d'essai normalisé:

- le **matériau de base**;
- le matériau de **revêtement**;
- le matériau **conducteur**;
- l'adhérence mutuelle des matériaux;
- l'épaisseur du matériau de **revêtement**;
- l'épaisseur, la largeur, la forme du **conducteur**;
- le modèle de **revêtement** (par exemple, la taille et la forme des trous d'accès) par rapport à l'impression conductrice (par exemple, les pastilles);
- la configuration du champ électrique.

L'échantillon d'essai normalisé doit incorporer les mêmes matériaux et doit utiliser les mêmes procédures de traitement que les **cartes imprimées** pour la production. Par exemple, l'échantillon d'essai normalisé doit être soumis à tous les processus (par exemple, le nettoyage et le brasage) auxquels les **cartes imprimées** sont exposées dans l'application spécifique.

La taille de l'échantillon d'essai normalisé représenté à la Figure C.1 permet des **espacements** entre les **conducteurs** jusqu'à 0,5 mm et des largeurs de **conducteurs** jusqu'à 2 mm. Pour des **espacements** entre les **conducteurs** ou des largeurs de **conducteurs** supérieurs, il peut être nécessaire d'utiliser une carte plus grande que celle représentée à la Figure C.1.

L'échantillon d'essai normalisé doit présenter les configurations représentées à la Figure C.1 et à la Figure C.2.

#### C.3 Disposition des conducteurs

Dix paires de **conducteurs** parallèles, chaque **conducteur** ayant une longueur de 100 mm, sont terminées alternativement aux contacts d'extrémité de carte sur l'une et l'autre face de la **carte imprimée**, comme le montre la section C de la Figure C.1.

- L'**espacement** entre les cinq premières paires de **conducteurs** est égal à l'**espacement** minimal utilisé en production. Ces **conducteurs** correspondent à la section A dans la Figure C.1.
- L'**espacement** entre les cinq autres paires de **conducteurs** est égal à l'**espacement** utilisé en production où survient la contrainte électrique la plus élevée. Ces **conducteurs** correspondent à la section B dans la Figure C.1.

Les **conducteurs** terminant du côté gauche de la **carte imprimée** (face X) ont une largeur égale. Cette largeur équivaut à la largeur minimale utilisée en production.

Les **conducteurs** terminant du côté droit de la **carte imprimée** (face Y) sous la section A dans la Figure C.1 ont une largeur qui augmente progressivement en cinq étapes de la plus petite à la plus grande utilisée en production. Cette configuration est répétée pour les **conducteurs** dont la terminaison est sous la section B dans la Figure C.1.

La largeur du **conducteur** est un paramètre important pour l'adhérence du **revêtement**. Par conséquent, les largeurs intermédiaires doivent représenter, dans la mesure du possible, les largeurs utilisées en production.

Les extrémités des **conducteurs** à l'opposé des contacts d'extrémité de carte doivent être formées comme suit:

- élargies à 1 mm de diamètre, pour les **conducteurs** inférieurs à 1 mm de largeur;
- semi-circulaires pour les **conducteurs** possédant une largeur de 1 mm ou plus.

L'**espacement** entre les paires adjacentes de **conducteurs** est égal à au moins cinq fois l'**espacement** entre les paires de **conducteurs**.

La partie de la **carte imprimée** couverte par la section C dans la Figure C.1 est revêtue, à l'exception des contacts d'extrémité de carte.

#### C.4 Disposition des pastilles

Quatre-vingt-quatre (84) pastilles doivent être disposées en six groupes, chaque groupe comprenant deux rangées de sept pastilles, comme le montre la section L de la Figure C.1. Les pastilles doivent être entourées sur trois faces par des **conducteurs**, comme le montre la Figure C.2.

L'**espacement** entre les pastilles et les **conducteurs** pour trois des groupes est égal à l'**espacement** minimal utilisé en production, comme dans la section M de la Figure C.1.

L'**espacement** entre les pastilles et les **conducteurs** pour les trois autres groupes est égal à l'**espacement** utilisé en production où a lieu la contrainte électrique la plus élevée, comme dans la section N de la Figure C.1.

Les dimensions des pastilles, ainsi que les dimensions et dispositions des **conducteurs**, doivent être représentatives de celles utilisées en production. Des exemples de différentes pastilles et dispositions de **conducteurs** sont donnés à la Figure C.2.

Toutes les pastilles de chaque groupe sont connectées et réalisent une terminaison au contact d'extrémité de carte du côté droit de la **carte imprimée** (face Y). Tous les **conducteurs** de chaque groupe sont connectés ensemble et réalisent une terminaison au contact d'extrémité de carte du côté gauche de la carte (face X).

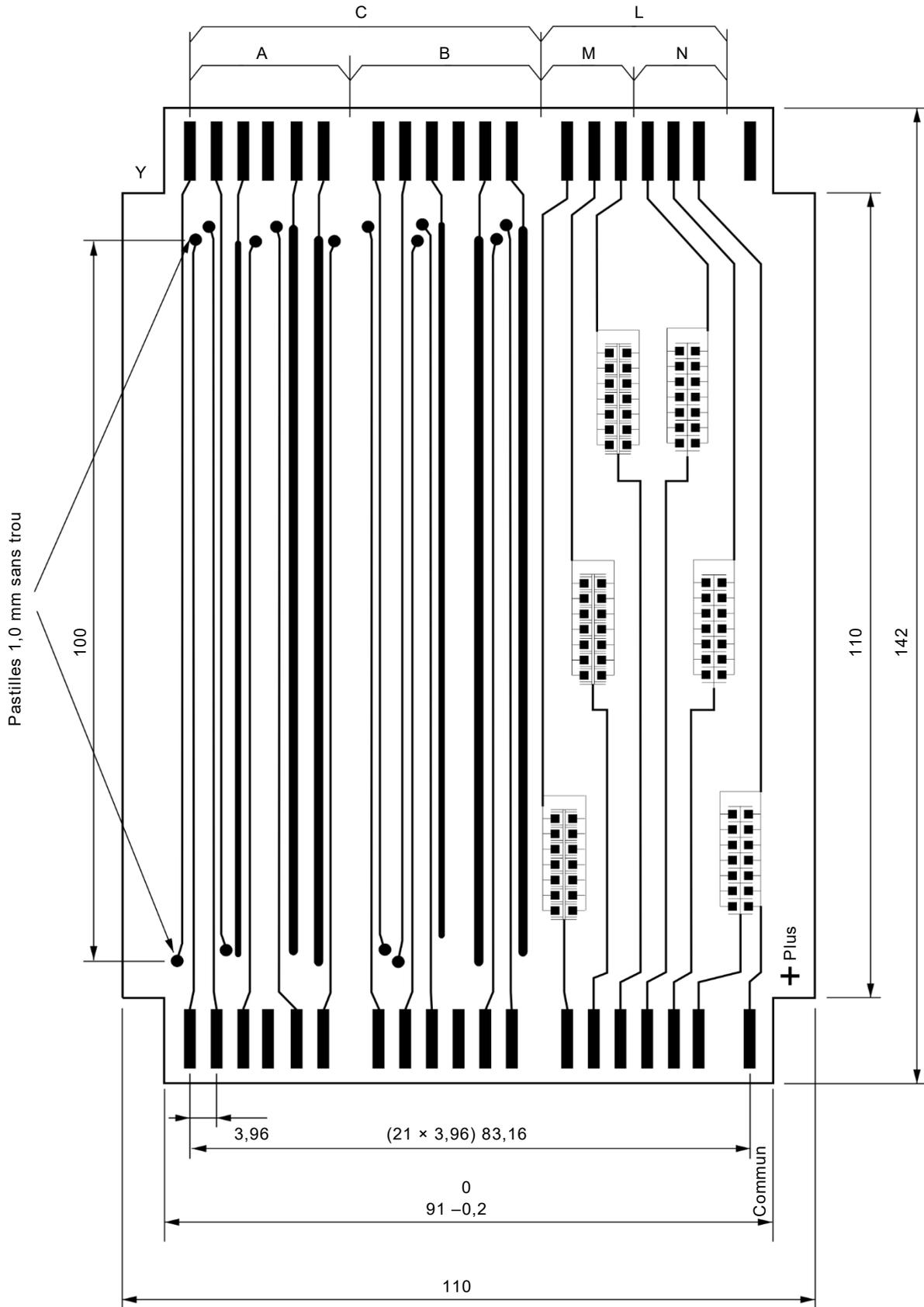
La partie de la **carte imprimée** couverte par la section L dans la Figure C.1 est revêtue, à l'exception des contacts d'extrémité de carte. De plus, les pastilles ne sont pas revêtues si tel est le cas en production.

#### C.5 Connexions pour les essais

Les mesures exigées en 5.8.3, 5.8.4 et 5.8.5 sont effectuées entre un contact d'extrémité de carte X et le contact d'extrémité de carte Y correspondant.

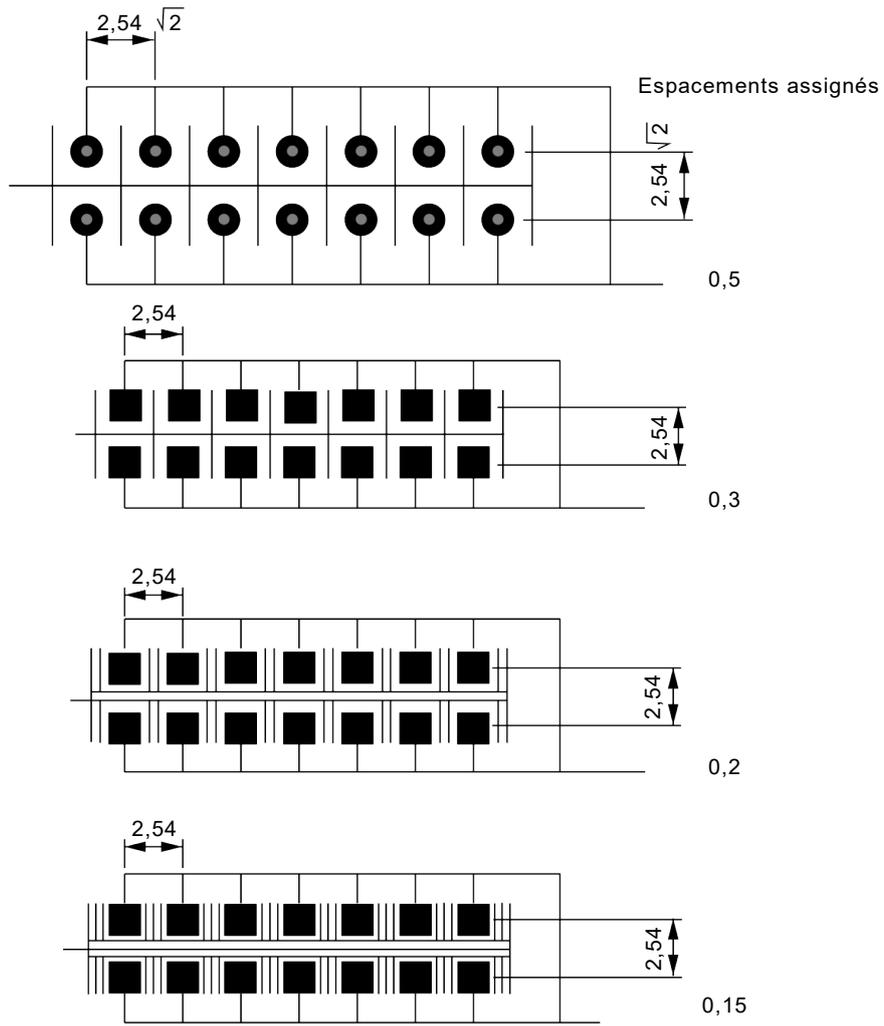
Pour les essais de 5.7.5.1 et de 5.7.5.2, les contacts d'extrémité de carte du côté Y sont connectés ensemble au moyen d'un connecteur de court-circuit. La tension d'essai est appliquée entre le contact d'extrémité de carte commun du côté X et tous les contacts d'extrémité de carte connectés les uns aux autres.

Dimensions en millimètres



IEC

Figure C.1 – Configuration de l'échantillon d'essai

*Dimensions en millimètres*

IEC

**Figure C.2 – Configuration des pastilles et des conducteurs adjacents**

## Bibliographie

IEC 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*  
(disponible en anglais uniquement)

---



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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)