

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
664-3**

Première édition
First edition
1992-10

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

**Coordination de l'isolement des matériels
dans les systèmes (réseaux) à basse tension**

Partie 3:

Utilisation de revêtements pour réaliser
la coordination de l'isolement
des cartes imprimées équipées

**Insulation coordination for equipment
within low-voltage systems**

Part 3:

Use of coatings to achieve insulation
coordination of printed board assemblies



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 664-3: 1992

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
664-3

Première édition
First edition
1992-10

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

**Coordination de l'isolement des matériels
dans les systèmes (réseaux) à basse tension**

Partie 3:

Utilisation de revêtements pour réaliser
la coordination de l'isolement
des cartes imprimées équipées

**Insulation coordination for equipment
within low-voltage systems**

Part 3:

Use of coatings to achieve insulation
coordination of printed board assemblies

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	12
4 Prescriptions concernant l'étude	14
5 Epreuves	18
6 Essais	24
Figures	34
ANNEXES	
A Séquence d'essai pour les revêtements de type A	36
B Séquence d'essai pour les revêtements de type B	38
C Mesure de la distance d'isolement d'une carte imprimée revêtue	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Design requirements	15
5 Test specimens	19
6 Tests	25
Figures	34
ANNEXES	
A Test sequence for type A coating	37
B Test sequence for type B coating	39
C Measuring the insulating distance of a coated printed board	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente partie de la Norme internationale CEI 664 a été établie par le Sous-Comité 28A: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension, du Comité d'Etudes n° 28 de la CEI: Coordination de l'isolement.

Elle constitue la partie 3 de la CEI 664.

La CEI 664 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général «Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension»:

Partie 1: 1992, Principes, prescriptions et essais.

Partie 2: Prescriptions concises pour les distances d'isolement, les lignes de fuite et l'isolation solide. (A l'étude.)

Partie 3: 1992, Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées.

Partie 4: Guide d'application. (A l'étude.)

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au guide CEI 104.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT
WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS****Part 3: Use of coatings to achieve insulation
coordination of printed board assemblies**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This part of International Standard IEC 664 has been prepared by Sub-Committee 28A: Insulation coordination for low-voltage equipment, of IEC Technical Committee No. 28: Insulation coordination.

It forms part 3 of IEC 664.

IEC 664 consists of the following parts under the general title "Insulation coordination for equipment within low-voltage systems":

Part 1: 1992, Principles, requirements and tests.

Part 2: Concise requirements for clearances, creepage distances and solid insulation. (Under consideration.)

Part 3: 1992, Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies.

Part 4: Application guide. (Under consideration.)

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

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
28A(BC)24	28A(BC)30

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

Les annexes A et B font partie intégrante de la CEI 664-3.

L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-3:1992

Withdrawing

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

Six Months' Rule	Report on Voting
28A(CO)24	28A(CO)30

Full information on the voting for the approval of this part can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annexes A and B form an integral part of IEC 664-3.

Annex C is for information only.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-3:1992

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 664 s'applique aux cartes imprimées rigides équipées protégées par un revêtement de matériau isolant déposé sur une de leurs faces ou sur leurs deux faces. Il traite de l'influence de ces revêtements sur les propriétés isolantes. Il ne s'applique pas aux circuits imprimés réparés.

Entre deux pièces conductrices non revêtues, et sur le revêtement entre les parties conductrices, les prescriptions relatives aux distances d'isolement dans l'air et aux lignes de fuite de la CEI 664-1 sont applicables.

Les revêtements considérés dans cette partie sont des revêtements protecteurs permanents tels que:

- réserve de soudure permanente (film sec ou humide) utilisant soit un procédé d'impression à l'écran, soit un procédé photographique;
- couches de recouvrement, par exemple couches protectrices isolantes déposées à la surface d'une carte imprimée;
- revêtement conformable, c'est-à-dire revêtement isolant appliqué sur une carte imprimée assemblée.

Le revêtement considéré dans cette partie peut aussi inclure l'enrobage ou l'encapsulation.

Les Comités d'Etudes doivent considérer l'influence de la surchauffe des conducteurs et des composants, spécialement dans des conditions de défaut, et décider si des prescriptions complémentaires sont nécessaires.

Tous les systèmes de revêtement utilisés ne permettent pas d'améliorer les propriétés isolantes. Pour déterminer la convenance des systèmes de revêtement, les essais spécifiés dans cette partie peuvent être utilisés afin de les évaluer.

L'obtention de performances satisfaisantes des cartes imprimées équipées du point de vue de la sécurité dépend essentiellement des précautions prises et de l'exactitude du procédé de fabrication utilisé pour l'application du revêtement. Il est par conséquent demandé aux Comités d'Etudes d'examiner les conditions nécessaires pour un contrôle adéquat de la production, par exemple par des essais sur prélèvement.

INTRODUCTION

This part of IEC 664 applies to rigid printed board assemblies protected by a coating of insulating material on one side or both sides of the printed board. It deals with the influence of these coatings on the insulation properties. It does not cover repaired printed board assemblies.

Between any two uncoated conductive parts and over the coating between conductive parts, the clearance and creepage distance requirements of IEC 664-1 apply.

The coatings considered in this part are permanent protective coatings, such as the following:

- permanent solder resists (wet or dry film) using screen printing or photo definable processes;
- coverlayers, i.e. insulating protective layers placed on the surface of a printed board;
- conformal coating, i.e. insulating coating applied to printed board assemblies.

Coating considered in this part may also include such encapsulation as moulding or potting.

Technical Committees have to consider the influence of overheating of conductors and components, especially under fault conditions, and to decide if any additional requirements are necessary.

Not all coating systems in use are capable of improving insulation properties. The tests specified in this part can be used to determine the suitability of the coating systems.

Safe performance of printed board assemblies is dependent upon a precise and controlled manufacturing process for the application of the coating. Requirements for quality control, e.g. by sampling tests, should be considered by Technical Committees.

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

Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 664 s'applique aux cartes imprimées rigides équipées, recouvertes d'un revêtement isolant appliqué sur un ou sur les deux côtés de la carte. Des revêtements sont utilisés pour réaliser l'isolement et contrôler la pollution dans un microenvironnement donné sur la surface d'une carte imprimée équipée, pour réaliser la coordination de l'isolement. Elle décrit les prescriptions et les modes opératoires des essais pour les cartes imprimées équipées, protégées par des revêtements.

Cette partie couvre deux types de revêtements:

- revêtement de type A: uniquement pour le contrôle de la pollution. Les prescriptions concernant les distances dans l'air et les lignes de fuite de la CEI 664-1 s'appliquent aux cartes imprimées assemblées sous le revêtement;
- revêtement de type B: pour le contrôle de la pollution et pour l'isolation. Il n'y a pas dans ce cas de prescriptions pour les distances dans l'air et les lignes de fuite pour la carte imprimée assemblée sous le revêtement. Seules s'appliquent les prescriptions de la CEI 664-1 qui concernent l'isolation solide.

NOTES

- 1 Pour les revêtements de type B, les conducteurs sont enrobés dans une isolation solide comprenant le support isolant et le revêtement.
- 2 Les prescriptions concernant les distances dans l'air et les lignes de fuite s'appliquent à toutes les parties non revêtues de la carte et entre les parties conductrices situées sur le revêtement.

Les principes décrits dans cette partie sont applicables à l'isolation principale et à l'isolation fonctionnelle.

NOTE 3 - Pour l'isolation supplémentaire et l'isolation renforcée, des prescriptions complémentaires, actuellement à l'étude, peuvent être applicables.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 664. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 664 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

CEI 68-2-1: 1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid.*

CEI 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche.*

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS

Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies

1 Scope

This part of IEC 664 applies to rigid printed board assemblies with an insulating coating applied to one or both sides of the printed board. Such coatings are used to provide insulation and to protect the microenvironment of the printed board assembly surface against pollution, for the purpose of insulation coordination. It describes the requirements and test procedures for printed board assemblies provided with coatings.

This part covers two types of coatings:

- type A coating only provides protection against pollution. The clearance and creepage distance requirements of IEC 664-1 apply to the printed board assembly under the coating;
- type B coating provides protection against pollution and insulation. There are no requirements for clearances and creepage distances under the coating. Only the requirements of IEC 664-1 for solid insulation apply.

NOTES

- 1 For type B coating, the conductors are embedded in solid insulation consisting of the base material and the coating.
- 2 Clearances and creepage distance requirements apply to all uncoated parts of the board and between conductive parts over the coating.

The principles in this part are applicable to functional and basic insulation.

Note 3 – For supplementary and reinforced insulation, additional requirements, which are under consideration, may apply.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 664. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 664 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68-2-1: 1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold.*

IEC 68-2-2: 1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat.*

CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.*

CEI 68-2-14: 1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température.*
Modification 1 (1986).

CEI 112: 1979, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.*

CEI 194: 1988, *Termes et définitions concernant les circuits imprimés.*

CEI 216: *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.*

CEI 249-3-3: 1991, *Matériaux de base pour circuits imprimés – Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés – Spécification n° 3: Matériaux de revêtement permanent en polymère (épargne de brasage) pour utilisation dans la fabrication des cartes imprimées.*

CEI 326-2: 1990, *Cartes imprimées – Deuxième partie: Méthodes d'essai.*

CEI 326-4: 1980, *Cartes imprimées – Quatrième partie: Spécification pour cartes imprimées à simple et double face avec trous non métallisés.*
Modification 1 (1989).

CEI 364-4-443: 1990, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 44: Protection contre les surtensions – Section 443: Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manoeuvres.*

IEC 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais.*

3 Définitions

En plus des définitions contenues dans la CEI 664-1, les définitions suivantes s'appliquent pour les besoins de cette partie de la CEI 664:

3.1 matériau de base: Matériau isolant sur lequel l'impression peut être réalisée. [CEI 194-02-01]

3.2 carte imprimée: Matériau de base découpé aux dimensions demandées, percé de tous les trous prévus, et portant au moins une impression conductrice. [CEI 194-01-03]

Il comprend les cartes à simple et à double face, les cartes multicouches, les cartes souples et les cartes à la fois multicouches et souples.

3.3 carte imprimée équipée: Carte imprimée munie de composants électriques et mécaniques et, éventuellement, d'autres cartes imprimées, une fois toutes les opérations de fabrication, de soudage, d'enrobage, etc terminées. [CEI 194-01-20]

IEC 68-2-3: 1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state.*

IEC 68-2-14: 1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature.*
Amendment 1 (1986).

IEC 112: 1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.*

IEC 194: 1988, *Terms and definitions for printed circuits.*

IEC 216: *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials.*

IEC 249-3-3: 1991, *Base materials for printed circuits – Part 3: Special materials used in connection with printed circuits – Specification No. 3: Permanent polymer coating materials (solder resist) for use in the fabrication of printed boards.*

IEC 326-2: 1990, *Printed boards – Part 2: Test methods.*

IEC 326-4: 1980, *Printed boards – Part 4: Specification for single and double sided printed boards with plain holes.*
Amendment 1 (1989).

IEC 364-4-443: 1990, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.*

IEC 664-1: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests.*

3 Definitions

In addition to the definitions in IEC 664-1, the following definitions apply for the purpose of this part of IEC 664:

3.1 base material: Insulating material upon which the pattern may be formed. [IEC 194-02-01]

3.2 printed board: Base material cut to size containing all holes and bearing at least one conductive pattern. [IEC 194-01-03]

It includes single and double-sided, multilayer, flexible and flexible multilayer boards.

3.3 printed board assembly: Printed board with electrical and mechanical components and or other printed boards attached to it, with all manufacturing processes, soldering, coating, etc. completed. [IEC 194-01-20]

3.4 conducteur: Piste conductrice individuelle d'une impression conductrice. [CEI 194-01-28]

3.5 revêtement: Matériau isolant solide disposé sur l'une ou sur les deux faces de la carte imprimée. Le revêtement peut être un vernis ou un film sec appliqué sur la carte imprimée, ou peut être obtenu par déposition thermique.

NOTE - Le revêtement et le matériau de base forment un système d'isolation qui peut avoir des propriétés similaires à celles d'une isolation solide.

3.6 isolation solide: Matériau isolant solide interposé entre deux parties conductrices.

NOTE - Dans le cas d'une carte imprimée avec un revêtement, l'isolation solide comprend la carte elle-même ainsi que le revêtement. Dans d'autres cas, l'isolation solide comprend le matériau d'enrobage.

3.7 distance d'isolement: La distance d'isolement sur une carte imprimée revêtue est la plus petite distance entre deux parties conductrices, localisée sur le support isolant (voir la figure C.1 de l'annexe C).

3.8 espacements: Le terme «espacement» désigne la combinaison des lignes de fuite, des distances dans l'air et des distances d'isolement.

4 Prescriptions concernant l'étude

4.1 Principes

Des espacements plus petits que ceux spécifiés dans la CEI 664-1 sont autorisés entre des conducteurs situés sous des revêtements s'ils satisfont à des exigences et à des essais spécifiés.

Les exigences et leurs assouplissements sont également applicables quand les revêtements sont appliqués sur d'autres substrats d'interconnexion ou sur des équipements semblables.

NOTE - Les circuits intégrés hybrides et la technologie des couches épaisses sont des exemples de substrats d'interconnexion.

4.1.1 Domaines d'application concernant l'environnement

Les prescriptions de cette partie s'appliquent aux cartes imprimées équipées si le microenvironnement à la surface du revêtement ne dépasse pas le degré de pollution 2 pour les revêtements de type A et le degré de pollution 3 pour les revêtements de type B.

4.1.2 Types de revêtement

Un revêtement ou un enrobage peut être utilisé de deux façons pour permettre la réduction des espacements entre conducteurs:

- revêtement de type A: en améliorant l'environnement des espacements entre conducteurs du câblage imprimé sous le revêtement jusqu'au degré de pollution 1;
- revêtement de type B: en enfermant les conducteurs dans une isolation solide de telle façon que les exigences concernant les distances dans l'air et les lignes de fuite ne soient pas applicables entre les conducteurs sous le revêtement.

3.4 conductor: Single conductive path in a conductive pattern. [IEC 194-01-28]

3.5 coating: Solid insulating material laid on one or both sides of the surface of the printed board. Coating can be a varnish, a dry film applied to the printed board or can be achieved by thermal deposition.

NOTE - Coating and base material of the printed board form an insulating system that may have properties similar to solid insulation.

3.6 solid insulation: Solid insulating material interposed between two conductive parts.

NOTE - 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.

3.7 insulation distance: The insulation distance of a coated printed board is the shortest distance between conductive parts located on the base material (see figure C.1 of annex C).

3.8 spacing: Spacing is any combination of clearances, creepage distances and insulation distances.

4 Design requirements

4.1 Principles

Spacings less than those specified in IEC 664-1 are permitted between conductors under coatings if specified requirements and tests are met.

The requirements and relaxations are also applicable where coatings are applied to substrates and assemblies which are similar to printed wiring boards.

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

4.1.1 Application range regarding environment

The requirements of this part apply to printed board assemblies where the micro-environment at the surface of the coating is not worse than pollution degree 2 for type A coating and pollution degree 3 for type B coating.

4.1.2 Types of coating

Coating or encapsulation may be used in two ways to allow reduced spacings between conductors:

- type A coating, by improving the environment for spacings between printed wiring conductors under the coating to pollution degree 1;
- type B coating, by enclosing the conductors in solid insulation so that the clearance and creepage distance requirements are not applicable between conductors under the coating.

Le revêtement peut être efficace si soit une partie soit toutes les deux parties conductrices et au moins 80% de la distance à la surface du matériau de base entre elles sont revêtues.

NOTE - De ce fait des cartes imprimées équipées revêtues peuvent être utilisées à une plus haute tension ou en réduisant les distances entre parties conductrices par rapport aux mêmes cartes imprimées équipées mais non revêtues.

Les exigences concernant les distances dans l'air et les lignes de fuite selon la CEI 664-1 s'appliquent à toutes les parties non revêtues de la carte imprimée équipée et entre les parties conductrices situées sur le revêtement.

4.2 Contraintes de tension

4.2.1 Contraintes en régime établi

Les contraintes en régime établi sont des contraintes à long terme résultant de la tension locale.

L'isolation solide et les lignes de fuite de l'isolation fonctionnelle doivent être étudiées pour résister à la tension locale supportée par l'isolation.

Pour la détermination des lignes de fuites de l'isolation principale des circuits alimentés directement par le réseau, la tension de référence utilisée dans le tableau 4 de la CEI 664-1 doit être déterminée à l'aide des tableaux 3a ou 3b de la CEI 664-1.

L'isolation doit aussi résister à la valeur de crête répétitive de la tension locale. Elle doit empêcher le maintien des décharges partielles. Par conséquent la tension d'extinction des décharges partielles doit être supérieure à la valeur de crête permanente et répétitive de la tension locale.

NOTE - On peut s'attendre à ce que les surtensions transitoires non périodiques n'aient pas d'effet cumulatif significatif sur l'isolation solide. Cependant les surtensions transitoires qui sont produites fréquemment mais irrégulièrement par l'équipement, devraient être prises en compte du fait qu'elles peuvent causer des décharges partielles conduisant à un défaut.

4.2.2 Contraintes transitoires résultant des surtensions

La tension de tenue aux chocs de l'isolation principale d'une carte imprimée équipée doit prendre en compte:

- les transitoires issues du circuit de distribution, en accord avec les tableaux 44B et 44C de la CEI 364-4-443.
- les transitoires issues d'autres sources externes, comme les lignes de télécommunication et les lignes aériennes.
- les tensions générées par l'équipement lui-même.

Si la carte imprimée équipée revêtue est une partie d'un équipement, sa tension assignée de tenue au choc doit tenir compte de la surtension transitoire maximale qui peut se produire à l'interface de la carte imprimée équipée.

4.2.3 Contraintes temporaires dues aux surtensions

Les contraintes temporaires de surtensions résultant de défauts entre les systèmes de distribution à haute et basse tension sont spécifiés dans la CEI 364-4-443.

Coating can be effective between two conducting parts if it covers either one or both conductive parts, together with at least 80 % of the creepage distance between them.

NOTE - As a result, some coated printed board assemblies can be used with higher voltage or reduced distances between conductive parts compared to the same printed board assembly when uncoated.

Clearance and creepage distance requirements according to IEC 664-1 apply to all uncoated parts of the printed board assembly and between conductive part over the coating.

4.2 Voltage stresses

4.2.1 Steady-state stresses

Steady-state stresses are long-term stresses due to the working voltage.

Solid insulation and creepage distances of functional insulation shall be designed to withstand the working voltage across the insulation.

For creepage distances of basic insulation of circuits immediately energized from the supply mains, the voltage reference for table 4 of IEC 664-1 shall be taken from table 3a or table 3b of IEC 664-1.

The insulation shall also withstand the recurring peak value of the working voltage and partial discharges shall not be maintained. Therefore, the partial discharge extinction voltage shall be higher than the recurring peak value of the working voltage.

NOTE - Non-periodic transient overvoltages are not expected to have significant cumulative effect on solid insulation. However, transient overvoltages which are produced frequently, although irregularly, within the equipment should be taken into account, since they can cause partial discharges leading to a failure.

4.2.2 Transient stresses due to overvoltage

The impulse withstand voltage of basic insulation on a printed board assembly shall take into account:

- mains-borne transients, in accordance with table 44B and table 44C of IEC 364-4-443;
- transients from other external sources, such as a telecommunication line or aerial;
- internally generated overvoltages.

If the coated printed board assembly is part of an equipment, its rated impulse voltage shall be based on the maximum transient overvoltage that can occur at the interface of the printed board assembly.

4.2.3 Temporary stresses due to overvoltages

Temporary overvoltage stresses due to faults between the high-voltage and low-voltage distribution systems are specified in IEC 364-4-443.

4.2.4 *Contraintes temporaires résultant de l'essai de rigidité diélectrique à fréquence industrielle.*

Comme les tensions d'essai à fréquence industrielle peuvent excéder les contraintes décrites en 4.2.1 à 4.2.3, les cartes imprimées équipées et revêtues qui font partie d'un équipement doivent résister aux essais de rigidité diélectrique indiqués dans les normes de produit correspondantes.

4.3 *Exigences de performance*

4.3.1 *Revêtement de type A*

Un revêtement de type A sur une carte imprimée équipée, qui ne présente pas de séparation selon 6.8.2 et satisfait aux autres prescriptions de 6.8 selon la séquence d'essais décrite dans l'annexe A peut être utilisé pour améliorer l'environnement sous le revêtement, du degré de pollution 2 au degré de pollution 1. Les distances d'isolement doivent résister aux contraintes décrites en 4.2. Les distances d'isolement dans l'air doivent être en accord avec le tableau 2, et les lignes de fuite avec le tableau 4 de la CEI 664-1. Un essai de tension de tenue aux chocs selon 6.8.5 est prescrit dans tous les cas.

4.3.2 *Revêtement de type B*

Un revêtement de type B pour une carte imprimée équipée doit satisfaire à tous les essais spécifiés à l'article 6. Il n'y a pas de prescriptions pour les lignes de fuite et les distances dans l'air sous le revêtement. Les distances d'isolement doivent être conformes à 4.2.

5 *Epreuves*

5.1 *Types d'épreuves*

Les épreuves peuvent être

- des épreuves normalisées, selon les figures 1 et 2, et représentant les conditions les plus mauvaises;
- toute partie représentative d'une carte assemblée (après suppression des composants, si nécessaire.)

5.2 *Epreuve normalisée*

Afin de représenter les plus mauvaises conditions, les paramètres suivants doivent être pris en compte pour la réalisation de l'épreuve normalisée:

- le matériau de base ou substrat;
- le revêtement;
- le matériau conducteur;
- l'adhésion mutuelle de ces matériaux;
- l'épaisseur du revêtement;
- l'épaisseur, la largeur et la forme du conducteur;
- le dessin du revêtement (par exemple taille et forme des trous d'accès) en rapport avec le tracé conducteur (par exemple pastilles);
- la configuration de champ électrique.

4.2.4 *Temporary stresses due to power frequency dielectric testing*

Since power frequency test voltages may exceed the stresses described in 4.2.1 to 4.2.3, coated printed board assemblies which are part of an equipment shall withstand the dielectric tests indicated in the corresponding product standards.

4.3 *Performance requirements*

4.3.1 *Type A coating*

Type A coating of a printed board assembly which shows no separation from the base material in accordance with 6.8.2 and meets the other requirements of 6.8 according to the test sequence of annex A can be used to improve the micro-environment under the coating from pollution degree 2 to pollution degree 1. The insulation distances shall withstand the stresses of 4.2. Clearances shall comply with table 2 and creepage distances with table 4 of IEC 664-1. An impulse withstand voltage test corresponding to 6.8.5 is required in any case.

4.3.2 *Type B coating*

Type B coating of a printed board assembly shall comply with all the tests specified in clause 6. There are no requirements for clearances or creepage distances beneath the coating. The insulation distances shall comply with 4.2.

5 *Test specimens*

5.1 *Types of test specimens*

Test specimens can be:

- standard test specimens according to figures 1 and 2, which are intended to take account of the worst case conditions;
- any representative board assemblies (after removing the components, if necessary)

5.2 *Standard test specimen*

In order to take account of the worst case conditions, the following has to be considered for 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);
- the electrical field configuration.

Les éprouvettes normalisées doivent donc être produites avec les mêmes matériaux et avec les mêmes procédés de fabrication que les cartes imprimées équipées qu'elles sont censées représenter. Par exemple les éprouvettes normalisées doivent suivre tout le cycle de fabrication (par exemple: nettoyage, soudure) auquel le côté soudé des cartes imprimées équipées est exposé dans l'application spécifique.

La taille de l'éprouvette normalisée de la figure 1 permet un espacement entre les conducteurs de 0,5 mm maximum, et une largeur de conducteur de 2 mm maximum. Pour des espacements plus grands ou des conducteurs plus larges il peut être nécessaire d'utiliser une carte plus grande que celle représentée à la figure 1.

L'éprouvette doit comprendre les deux configurations décrites respectivement en 5.2.1 et en 5.2.2.

5.2.1 Configuration des conducteurs

Dix paires de conducteurs parallèles, chaque conducteur ayant une longueur de 100 mm, sont reliés alternativement aux contacts placés sur chacun des bords de la carte imprimée, comme montré dans la zone C de la figure 1:

- l'espacement entre les conducteurs des cinq premières paires est égal à l'espacement minimal qui sera utilisé en production. Ces conducteurs sont visibles dans la zone A de la figure 1;
- l'espacement entre les conducteurs des cinq autres paires est égal à l'espacement utilisé en production, là où la contrainte diélectrique est la plus élevée. Ces conducteurs sont visibles dans la zone B de la figure 1

Les conducteurs raccordés sur le côté gauche de la carte imprimée (côté X) ont tous la même largeur. Cette largeur est égale à la largeur minimale utilisée en production.

Les conducteurs se terminant sur le côté droit de la carte imprimée (côté Y), dans la zone A, ont des largeurs croissant progressivement selon cinq paliers, de la plus petite à la plus grande, utilisées en production. Cette configuration est répétée pour les conducteurs se terminant dans la zone B.

La largeur des conducteurs est un paramètre important de l'adhérence du revêtement. Par conséquent les largeurs intermédiaires doivent représenter le mieux possible les largeurs utilisées en production.

Les extrémités non raccordées des conducteurs sont réalisées comme suit:

- agrandies jusqu'à un diamètre de 1 mm pour les conducteurs de largeur inférieure à 1 mm;
- extrémités semi-circulaires pour les conducteurs ayant une largeur égale ou supérieure à 1 mm.

L'espacement entre les paires adjacentes de conducteurs doit être au moins égal à cinq fois la distance entre les conducteurs d'une paire.

La partie de la carte imprimée repérée C sur la figure 1 est revêtue, à l'exception des zones supportant les contacts.

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

The size of the standard test specimen shown in figure 1 allows 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 1.

The standard test specimen shall have the configurations of 5.2.1 and 5.2.2.

5.2.1 *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 1:

- the spacing between the first five pairs of conductors is equal to the minimum spacing which will be used in production. These conductors are shown as section A in figure 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 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 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.

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

The ends of the conductors opposite to the edge board contacts are 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 1 is coated, with the exception of the edge board contacts.

5.2.2 Répartition des pastilles

Quatre-vingt-quatre pastilles sont réparties en six groupes, chaque groupe comprenant deux rangées de sept pastilles, comme montré dans la zone L de la figure 1. Les pastilles sont entourées sur trois côtés par des conducteurs, comme montré à la figure 2.

L'espacement entre les pastilles et les conducteurs pour trois de ces groupes est égal à l'espacement minimal qui sera utilisé en production. Ces groupes sont montrés dans la zone M de la figure 1.

L'espacement entre les pastilles et les conducteurs pour les trois autres groupes est égal à l'espacement utilisé en production, là où la contrainte électrique la plus élevée apparaît. Ces groupes sont montrés dans la zone N de la figure 1.

Les dimensions des pastilles elles-mêmes, les dimensions et la disposition des conducteurs doivent être représentatives de celles utilisées en production. Des exemples de différents types de pastilles et de différentes dispositions de conducteurs sont montrés à la figure 2.

Toutes les pastilles de chaque groupe sont reliées entre elles et à l'un des contacts du côté droit du bord de la carte imprimée (côté Y). Tous les conducteurs de chaque groupe sont reliés entre eux et à l'un des contacts du bord gauche de la carte imprimée (côté X).

La partie de la carte imprimée repérée L à la figure 1 est revêtue, à l'exception des zones de contact sur chacun des bords.

De plus les pastilles ne sont pas revêtues si tel est le cas en production. La taille et le positionnement des zones non revêtues (trous d'accès), leur position vis-à-vis des pastilles doivent être représentatifs de ceux utilisés en production.

5.2.3 Raccordement pour les essais

Les mesures prescrites en 6.8.4, 6.8.5 et 6.8.6 sont faites entre un des contacts X d'un des bords et le contact Y correspondant sur l'autre bord de la carte imprimée.

Pour les essais 6.6.4 et 6.7, les contacts du côté Y sont reliés entre eux en utilisant un connecteur qui les court-circuite. La tension d'essai est appliquée entre le contact commun du côté repéré X et les autres contacts, reliés entre eux.

5.3 Carte imprimée équipée de production utilisée comme éprouvette

Si on utilise des cartes imprimées équipées comme éprouvettes, des précautions doivent être prises pour s'assurer que les éprouvettes sont représentatives de la production. Les règles spécifiées pour les éprouvettes normalisées doivent également être prises en compte pour les cartes imprimées équipées. Il peut être nécessaire de préparer les cartes imprimées équipées pour rendre possible l'exécution des essais (par exemple supprimer des composants pour isoler des conducteurs).

Si l'impression conductrice considérée comprend des conducteurs avec des angles, des pastilles ou des pistes où la contrainte est accentuée, ces zones doivent être essayées.

5.2.2 Arrangement of lands

Eighty-four lands are arranged in six groups, each group comprising two rows of seven lands, as shown in section L of figure 1. The lands are surrounded on three sides by conductors, as shown in figure 2.

The spacing between the lands and conductors being for three of the groups is equal to the minimum spacing which will be used in production, shown as section M in figure 1.

The spacing between the lands and conductors being 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 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 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 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. The size and position of the uncoated areas (access holes) in relation to the lands (registration) shall be representative of those used in production.

5.2.3 Connections for test

The measurements required in 6.8.4, 6.8.5 and 6.8.6 are made between an edge board contact X and the corresponding edge board contact Y.

For tests 6.6.4 and 6.7, 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 connected together.

5.3 Production printed board assemblies used as test specimens

Where production printed board assemblies are used as test specimens, care should be taken to ensure that the test specimens are representative of production. For such printed board assemblies the same aspects are to be taken into account as specified for standard test specimens. It may be necessary to prepare the printed board assemblies in order to make it possible to carry out the tests (e.g. to remove components in order to isolate conductors).

If the conductive pattern includes conductors with corners, lands or other areas where the stress is accentuated, these areas shall be tested.

6 Essais

Les essais spécifiés ci-dessous (y compris les essais supplémentaires de 6.9) sont des essais de type. Ils ne comprennent pas les essais effectués sur le support isolant et sur la carte imprimée non revêtue (voir CEI 249-3-3 et CEI 326-2).

Les séquences d'essai pour les deux types de revêtements A et B sont décrites dans les annexes A et B.

6.1 Aptitude du revêtement

L'aptitude d'un revêtement à être inclus dans un système d'isolement coordonné selon la CEI 664-1 dépend tout d'abord de son adhérence à la carte imprimée et aux composants assemblés. Les Comités d'Etudes peuvent prescrire la vérification des revêtements par des essais.

6.2 Principe

Le principe d'essai d'une isolation vis-à-vis des contraintes diélectriques consiste à se référer aux contraintes correspondantes. Par exemple, un essai de choc sera spécifié en corrélation avec une contrainte transitoire.

NOTE - Des essais avec une augmentation des valeurs des contraintes vis-à-vis des contraintes permanentes devraient être spécifiés uniquement lorsqu'une simulation du vieillissement du matériau peut être établie sur une base reconnue.

6.3 Nettoyage, revêtement et soudure

L'éprouvette normalisée doit être nettoyée, revêtue et soudée en utilisant les procédés normaux du fabricant.

6.4 Adhérence du revêtement (méthode du ruban)

Cet essai doit être effectué conformément à 8.1.1 de la CEI 326-2, mais le ruban est appliqué sur la surface du revêtement perpendiculairement à la longueur des conducteurs et doit recouvrir l'ensemble des pastilles.

Aucune rupture du revêtement ou séparation de la surface du support isolant ou des conducteurs n'est admise.

6.5 Examen visuel

L'essai doit être effectué selon l'essai 1b de la CEI 326-2.

On ne doit pas constater de

- cloquage;
- gonflement;
- séparation du support isolant;
- fissure;
- manque;
- zone avec deux parties conductrices adjacentes non revêtues (à l'exception des pastilles).

6 Tests

The following tests (including the additional tests of 6.9) are type tests. They do not include tests made on the base material and on the uncoated printed boards (see IEC 249-3-3 and IEC 326-2).

The test sequences for type A and type B coatings are given in annexes A and B.

6.1 Suitability of a coating

The suitability of a coating as part of a coordinated insulation system according to IEC 664-1 depends primarily upon its adhesion to the printed board and the assembled components. Technical Committees may require that coatings are verified by tests.

6.2 Principle

The principle of testing insulation with electrical stresses is that the tests have to be related to the corresponding stresses. For example, an impulse test will be specified in correlation with a transient stress.

NOTE - Tests with increased values compared with the steady-state stresses should only be specified when simulation of ageing of the material can be provided on an established basis.

6.3 Cleaning, coating and soldering

The standard test specimens shall be cleaned, coated and soldered using the normal procedure of the manufacturer.

6.4 Adhesion of coating (tape method)

The test shall be carried out in accordance with 8.1.1 of IEC 326-2, except that the tape is applied to the surface of the coating perpendicular to the conductors and across the land configuration.

There shall be no fracturing or separation of the coating from the surface of the base material or conductor.

6.5 Visual examination

The test shall be carried out according to test 1b of IEC 326-2.

There shall be no:

- blistering;
- swelling;
- separation from the base material;
- cracks;
- voids;
- areas with adjacent uncoated conductive parts (with the exception of lands).

6.6 Séquence climatique

La séquence climatique doit être effectuée sur six éprouvettes quand on utilise l'éprouvette normalisée. Quand on utilise des cartes imprimées équipées comme éprouvettes, leur nombre doit être fixé par le Comité d'Etudes concerné.

La séquence climatique destinée à simuler le vieillissement doit comprendre les 6.6.1 à 6.6.4.

6.6.1 Froid

L'essai doit être effectué selon la CEI 68-2-1, essai Ab. La sévérité doit être spécifiée par le Comité d'Etudes concerné et choisie parmi celles données ci-dessous.

Sévérités:	– 10 °C
	– 25 °C
	– 40 °C
	– 65 °C

La durée de l'essai est de 96 heures.

6.6.2 Chaleur sèche

L'essai doit être effectué selon l'essai Bb de la CEI 68-2-2. Le vieillissement thermique doit être effectué à 125 °C pendant 56 jours pour un stratifié époxy-verre. Cela suppose, pour une température maximale de travail en surface de 75 °C, un facteur d'accélération de 32 selon la loi d'Arrhénius. Si une autre température de travail en surface est utilisée pour l'application considérée ou si le matériau support ne permet pas un essai à 125 °C, il convient d'ajuster la température de vieillissement ou la durée en conséquence. (Voir aussi la CEI 216)

6.6.3 Changement rapide de température

Le degré de sévérité doit être spécifié par le Comité d'Etudes concerné, selon le tableau 1:

Tableau 1 – Degrés de sévérité pour les changements rapides de température

Degré de sévérité	Températures minimales °C	Températures maximales °C
1	–10	125
2	–25	125
3	–65	125

6.6 Climatic sequence

The climatic sequence shall be carried out with six specimens when the standard test specimen is used. When production samples are used, the number of specimens shall be specified by the relevant Technical Committee.

The climatic sequence, which is intended to simulate ageing, shall consist of 6.6.1 to 6.6.4.

6.6.1 Cold

The test shall be carried out according to test Ab of IEC 68-2-1. The severities shall be specified by the relevant Technical Committee and selected from the following:

Severities:	– 10 °C
	– 25 °C
	– 40 °C
	– 65 °C

The duration of the test is 96 h.

6.6.2 Dry heat

The test shall be carried out according to test Bb of IEC 68-2-2. Thermal ageing shall be carried out at 125 °C for 56 days for epoxy glass laminates. This assumes a maximum working surface temperature of 75 °C, giving an acceleration factor of 32 according to Arrhenius' law. If another working surface temperature is used in the application, or if the base material is limited to an ageing temperature other than 125 °C, the ageing temperature and duration should be adjusted accordingly. (See also IEC 216)

6.6.3 Rapid change of temperature

The degree of severity shall be specified by the relevant Technical Committee according to table 1:

Table 1 – Degrees of severities for rapid change of temperature

Degree of severity	Minimum temperature °C	Maximum temperature °C
1	–10	125
2	–25	125
3	–65	125

L'essai doit être effectué selon la publication 68-2-14, essai Nb, avec les températures minimale et maximale choisies dans le tableau 1.

Vitesse de changement: inférieure à 30 s

Nombre de cycles: 50

Durée d'un cycle: 1 h (30 min $\pm$ 2 min à chaque température)

Si, durant son utilisation normale, une carte imprimée équipée est susceptible d'être soumise à de nombreux changements de température, le Comité d'Etudes peut spécifier un nombre de cycle augmenté.

6.6.4 Chaleur humide, essai en continu avec application d'une tension de polarisation

Les éprouvettes doivent être placées dans une chambre humide pendant 96 h dans les conditions de l'essai Ca de la CEI 68-2-3, soit:

Température: 40 °C $\pm$ 2 °C

Humidité relative: 93 % $\begin{matrix} +2 \% \\ -3 \% \end{matrix}$

Une tension continue de 100 V est appliquée entre les conducteurs adjacents et les pastilles. Si l'éprouvette normalisée est utilisée, il est recommandé de relier le pôle positif de la source à la sortie «commun».

Des phénomènes d'électromigration sur la carte imprimée ne doivent pas apparaître lorsque les essais décrits en 6.8.2, 6.8.4, 6.8.5 et 6.8.6 ci-après sont effectués.

NOTE - Si l'équipement peut être soumis durant des périodes significatives à des conditions d'environnement hostiles, tel qu'un degré de pollution 3 (humidité élevée), le Comité d'Etudes peut envisager un essai plus long en accord avec 6.7.

6.7 Electromigration

Si un Comité d'Etudes décide que l'équipement peut être soumis à des conditions anormalement hostiles de pollution ou d'humidité, il est recommandé de prescrire un stockage de plus longue durée avec application d'une tension continue spécifiée.

Afin de diminuer la durée totale des essais, il est recommandé d'appliquer cet essai à six éprouvettes neuves soumises au préalable aux seuls essais suivants: soudure (voir au 6.3), adhésion du revêtement (6.4) et examen visuel (6.5). L'essai est effectué selon 6.6.4. Les durées préférentielles sont 10 jours, 21 jours ou 56 jours.

6.8 Essais après séquence climatique et électromigration

6.8.1 Adhérence du revêtement

L'essai du paragraphe 6.4 est répété.

The test shall be carried out according to test Nb of IEC 68-2-14, with temperatures according to table 1.

Rate of change: within 30 s

Number of cycles: 50

Duration of one cycle: 1 h (30 min $\pm$ 2 min at each temperature)

Where, during its normal life, a printed board assembly is likely to be subjected to many variations of temperature, the Technical Committee may specify an increased number of cycles.

6.6.4 Damp heat, steady-state with polarizing voltage

The test specimens shall be placed in the humidity cabinet for 96 h under conditions according to test Ca of IEC 68-2-3, as follows:

Temperature: 40 °C $\pm$ 2°C

Relative humidity: 93 % $\begin{matrix} +2 \% \\ -3 \% \end{matrix}$

A d.c. voltage of 100 V is applied between adjacent conductors and lands. When a standard test specimen is used, the positive pole of the supply is to be connected to the "common".

Electromigration in the insulation of the printed board shall not occur. This is tested according to 6.8.2, 6.8.4, 6.8.5 and 6.8.6 below.

NOTE - When equipment can be subjected to adverse environmental conditions such as pollution degree 3 (high humidity) for significant periods, Technical Committees may specify a longer test in accordance with 6.7.

6.7 Electromigration

Where a Technical Committee decides that equipment may be subjected to abnormally severe conditions of pollution or humidity, a longer d.c. voltage test is to be specified.

In order to minimize the overall testing time, this test should be applied to six new test specimens which have been subjected to the soldering process (see 6.3), coating adhesion (see 6.4) and visual inspection (see 6.5) only. The test is performed according to 6.6.4. Preferred durations are 10 days, 21 days or 56 days.

6.8 Tests after climatic sequence and electromigration

6.8.1 Adhesion of coating

The test of 6.4 is repeated.

6.8.2 Examen visuel

L'essai doit être effectué selon l'essai 1b de la CEI 326-2. Il ne doit pas y avoir de séparation du matériau de base et, en plus, pour les revêtements de type B, il ne doit pas y avoir de cloquage, gonflement, fissure ou manque.

6.8.3 Préconditionnement

Après 6.8.1 et 6.8.2 les éprouvettes sont conditionnées à 40 °C et 93 % d'humidité relative pendant 48 h selon la CEI 68-2-3.

Les essais en 6.8.4, 6.8.5 et 6.8.6 sont effectués dans l'atmosphère de conditionnement (40 °C, 93 % d'humidité relative).

6.8.4 Résistance d'isolement entre conducteurs

L'essai doit être effectué selon la CEI 326-2. La tension d'essai est choisie parmi celles qui sont spécifiées dans l'essai 6a de la CEI 326-2. Il est recommandé de choisir une tension aussi proche que possible de la tension locale.

Si un Comité d'Etudes ne spécifie pas de valeur minimale de la résistance d'isolement, la valeur de 100 MΩ est recommandée lorsque l'on utilise l'éprouvette de la figure 1 avec un espacement de 0,5 mm.

NOTE - Pour d'autres espacements et d'autres longueurs de conducteur, une valeur très approximative de la résistance d'isolement est donnée par la formule suivante:

$$R_{is} = 100 \times \frac{a}{0.5} \times \frac{100}{l}$$

où

R_{is} est la résistance d'isolement, en mégohms

a est la distance entre les conducteurs en millimètres

l est la longueur des conducteurs parallèles, en millimètres

6.8.5 Tension de tenue aux chocs

La carte imprimée équipée revêtue doit tenir trois impulsions de chaque polarité, de forme d'onde 1,2/50 µs selon la CEI 664-1.

6.8.6 Tension d'extinction des décharges partielles

Les techniques de mesure de la tension d'extinction des décharges partielles sont spécifiées dans la CEI 664-1.

6.9 Essais supplémentaires

Chacun des essais supplémentaires doit être effectué sur une éprouvette neuve. Les Comités d'Etudes peuvent supprimer un ou plusieurs de ces essais.

6.9.1 Essai de dureté au crayon

L'essai doit être effectué selon l'annexe B de la CEI 249-3-3, méthode d'essai n° 2 - essai de dureté. La dureté doit être au minimum de 2H.

6.8.2 Visual examination

The test shall be carried out according to test 1b of IEC 326-2. There shall be no separation from the base material and, additionally for type B coating, there shall be no blistering, swelling, cracks or voids.

6.8.3 Conditioning

After 6.8.1 and 6.8.2, the test specimens are conditioned at 40 °C and 93 % relative humidity according to IEC 68-2-3 for 48 h.

The tests specified in 6.8.4, 6.8.5 and 6.8.6 are carried out under these conditions (40 °C, 93 % relative humidity).

6.8.4 Insulation resistance between conductors

The test shall be carried out according to IEC 326-2. The test voltage selected from those specified in test 6a of IEC 326-2, should be as near as possible to the working voltage.

If a Technical Committee does not specify another minimum value of the insulation resistance, 100 MΩ for spacings of 0,5 mm is recommended for a standard test specimen according to figure 1.

NOTE - For other spacings and conductor lengths, a rough approximation is given by the following equation:

$$R_{is} = 100 \times \frac{a}{0,5} \times \frac{100}{l}$$

where

R_{is} is the insulation resistance, in megohms

a is the distance between conductors, in millimetres

l is the length of parallel conductors, in millimetres

6.8.5 Impulse withstand voltage

The coated printed board assembly shall withstand three impulses of each polarity, with the waveform 1,2/50 μs according to IEC 664-1.

6.8.6 Partial discharge extinction voltage

Measurement techniques for the partial discharge extinction voltage are specified in IEC 664-1.

6.9 Additional tests

Each of these additional tests shall be carried out on a new specimen. Technical Committees may delete one or more of these tests.

6.9.1 Pencil hardness test

The test shall be carried out according to annex B of IEC 249-3-3, test method 2: hardness test. The hardness shall have a minimum value of 2H.

6.9.2 *Résistance à la chaleur du bain de soudure*

La carte imprimée équipée revêtue est soumise au bain de soudure après application du revêtement selon l'essai 19c de la CEI 326-2.

Le temps de contact sur la surface du bain doit être de 20 s. A la fin de l'essai, l'éprouvette doit être vérifiée selon 6.8.2.

6.9.3 *Inflammabilité*

Cet essai doit être effectué selon l'essai 16b du 8.4.2 de la CEI 326-2. La température d'essai doit être spécifiée par le Comité d'Etudes concerné.

L'essai est effectué sur une carte imprimée avec et sans revêtement. La carte imprimée revêtue doit obtenir un résultat au moins égal à celui prescrit pour la carte imprimée non revêtue.

6.9.4 *Indice de résistance au cheminement*

L'essai doit être effectué selon la CEI 112. Une zone de la surface revêtue, libre de tout conducteur doit être utilisée. Si cela n'est pas possible, une éprouvette spéciale est préparée pour l'essai. Le revêtement doit être appliqué exactement de la même manière que sur une carte imprimée équipée. La solution A est utilisée pour l'essai.

NOTE - L'indice de résistance au cheminement peut dépendre à la fois du matériau de base et du revêtement, celui-ci pouvant être érodé durant l'essai.

L'essai est effectué sur une carte imprimée équipée, avec et sans revêtement; l'essai effectué sur la carte revêtue doit donner un résultat au moins égal à celui obtenu par la carte imprimée équipée, sans revêtement.

L'épaisseur de l'éprouvette peut être inférieure à 3,2 mm tel que spécifié dans la CEI 112. Des essais ont montré que des cartes imprimées revêtues ayant une épaisseur de 1,5 mm conviennent pour la détermination de l'IRC.

6.9.5 *Résistance aux solvants*

Cet essai est effectué selon l'essai 17a du 8.5 de la CEI 326-2.

Sauf spécification contraire du Comité d'Etudes, le solvant utilisé est le dichlorométhane (chlorure de méthylène).

A la fin de l'essai, le solvant est éliminé et l'éprouvette est examinée visuellement selon l'essai décrit en 6.5.

6.9.2 *Resistance to soldering heat*

The coated printed board assembly subjected to a soldering process after coating shall be tested according to test 19c of IEC 326-2.

The floating time shall be 20 s. After the test, the test specimen shall be checked according to 6.8.2.

6.9.3 *Flammability*

The test shall be carried out according to test 16b of 8.4.2 of IEC 326-2. The temperature shall be specified by the relevant Technical Committee.

The test shall be carried out on coated and uncoated printed boards. The results of the test shall not be adversely affected by the coating.

6.9.4 *Comparative tracking index*

The test shall be carried out according to IEC 112 on a part of the specimen free from any conductors. If this is not possible, a special specimen is prepared for the test with the coating applied in the same manner as for a finished printed board assembly. Solution A is used for the test.

NOTE - The comparative tracking index may result from both the coating and the base material due to erosion of the coating.

The test is carried out on coated and uncoated printed boards. The results of the test shall not be adversely affected by the coating.

The thickness of the test specimen may be less than the 3,2 mm specified in IEC 112. Tests have shown that coated printed boards having a thickness of 1,5 mm are suitable for the determination of the CTI.

6.9.5 *Solvent resistance*

This test is carried out according to test 17a of 8.5 of IEC 326-2.

Unless otherwise specified by the Technical Committee, the solvent used is dichlor-methane (methylene chloride).

After the test, the solvent is removed and the test specimen is visually examined according to 6.5.

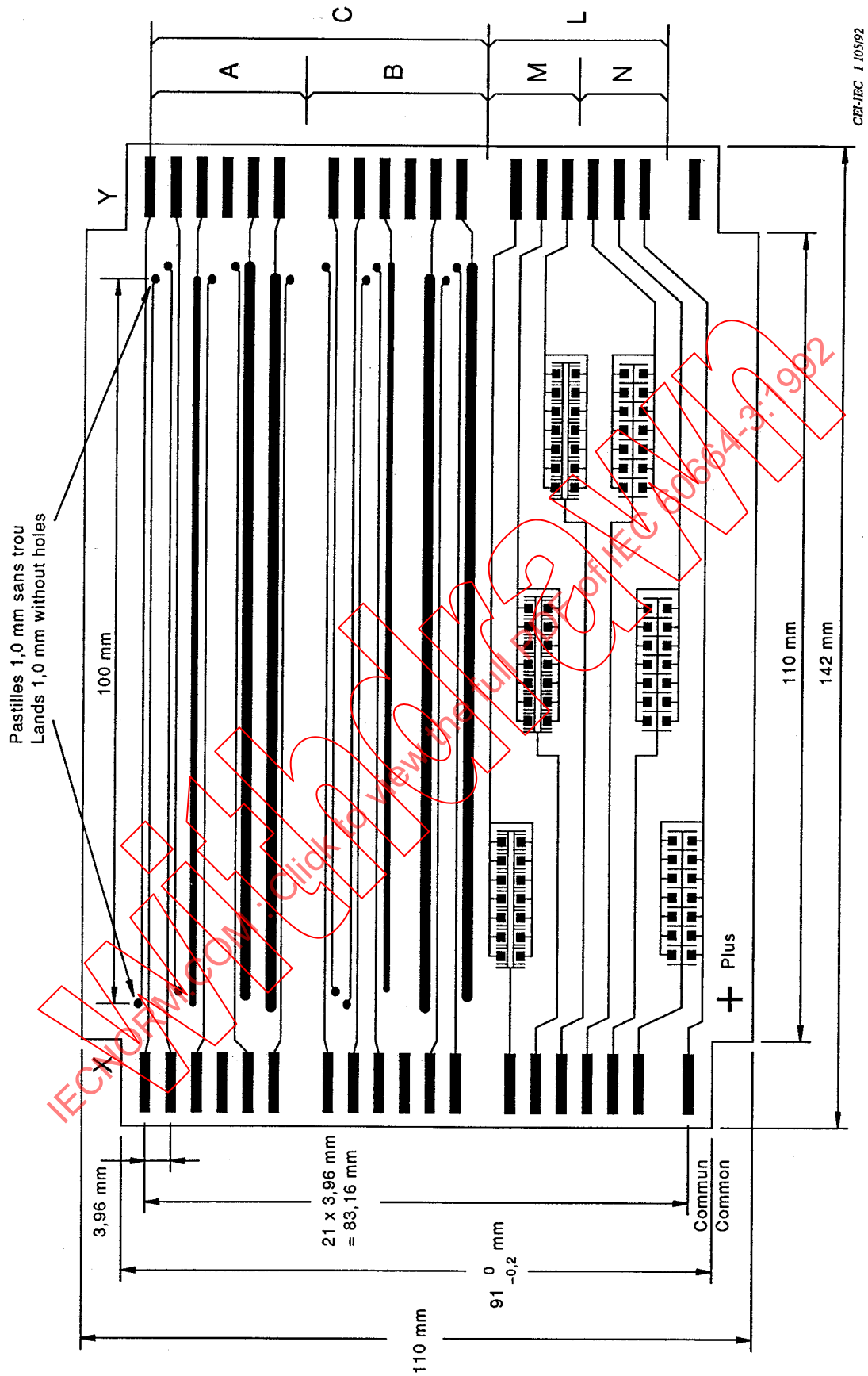


Figure 1 – Eprouvette
Test specimen