

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

326-2

Troisième édition
Third edition
1990-02

Cartes imprimées

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

Printed boards

**Part 2:
Test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 326-2: 1990

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

326-2

Troisième édition
Third edition
1990-02

Cartes imprimées

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

Printed boards

**Part 2:
Test methods**

© CEI 1990 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 procédé, 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

XB

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	8
3. Objet	8
4. Généralités	10
5. Examen général	10
6. Essais électriques	12
7. Essais mécaniques	36
8. Essais divers	48
9. Epreuve climatique	82
FIGURES	98
ANNEXE A - Liste des essais	108
ANNEXE B - Contrôle de dégazage des trous métallisés	112

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. Scope	9
3. Object	9
4. General	11
5. General examination	11
6. Electrical tests	13
7. Mechanical tests	37
8. Miscellaneous tests	49
9. Environmental conditioning	83
FIGURES	98
ANNEX A - List of tests	109
ANNEX B - Outgassing test of plated-through holes	113

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CARTES IMPRIMEES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

PREAMBULE

- 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.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 52 de la CEI: Circuits imprimés.

Cette troisième édition de la Publication 326-2 de la CEI remplace la deuxième édition parue en 1976. Cette nouvelle édition comprend la deuxième édition, les Publications 326-2A (1980) et 326-2B (1982) ainsi que la Modification n° 2 (Janvier 1988).

Le texte de cette norme est également issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
52(BC)301	52(BC)313 et 313A	52(BC)309	52(BC)314 et 314A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRINTED BOARDS

Part 2: Test methods

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.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 52: Printed circuits.

This third edition of IEC Publication 326-2 replaces the second edition issued in 1976. This new edition includes the second edition, Publications 326-2A (1980) and 326-2B (1982), and Amendment No. 2 (January 1988).

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
52(C0)301	52(C0)313 and 313A	52(C0)309	52(C0)314 and 314A

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

CARTES IMPRIMEES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

1. Introduction

La Publication 326 de la CEI se rapporte aux cartes imprimées, indépendamment de leur méthode de fabrication, lorsqu'elles sont prêtes au montage des composants.

Elle est divisée en parties distinctes comprenant les informations pour le réalisateur, les recommandations pour le rédacteur de la spécification, les méthodes d'essai et exigences pour les différents types de cartes imprimées, par exemple simple et double faces, multicouches et souples.

1.1 *Objet de la deuxième partie*

La Publication 326-2 de la CEI contient les informations fondamentales sur les méthodes d'essai et procédures (y compris les conditions d'environnement) pour cartes imprimées.

Elle est destinée à être employée dans les cas où une spécification particulière doit être préparée, de manière à obtenir l'uniformité et la reproductibilité dans les méthodes d'essai et procédures concernant les contrôles des cartes imprimées.

Les exigences concernant les dimensions, les propriétés et l'exécution de la carte imprimée ne sont pas reprises dans cette deuxième partie de la publication. La spécification particulière pour la carte envisagée détermine les essais applicables et les limites d'exécution admissibles.

1.2 *Contenu de la deuxième partie*

Les essais sont groupés et numérotés selon ces groupes.

Pour faciliter le renvoi aux essais, pour maintenir l'uniformité de présentation et pour permettre une extension future, chaque essai est identifié par un nombre et une lettre minuscule.

Note - Les numéros des essais n'ont pas de rapport avec d'éventuelles séquences d'essais. Ils servent uniquement à identifier un essai aux fins de référence.

Une liste de toutes les méthodes d'essai est incluse dans l'annexe A de cette publication. Cette annexe sera rééditée lors de la parution de nouveaux essais.

1.3 *Publications de la CEI associées*

La présente norme doit être utilisée conjointement avec les publications suivantes de la CEI:

68: Essais d'environnement - (Anciennement: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique).

68-2-3 (1969): Deuxième partie: Essais - Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

68-2-20 (1979): Essai T: Soudure.

PRINTED BOARDS

Part 2: Test Methods

1. Introduction

IEC Publication 326 relates to printed boards, irrespective of their method of manufacture, when they are ready for mounting the components.

It is divided into separate parts covering information for the designer, recommendations for the specification writer, test methods and requirements for the various types of printed boards, e.g. single- and double-sided, multilayer and flexible printed boards.

1.1 Purpose of Part 2

IEC Publication 326-2 contains fundamental information on test methods and procedures including environmental conditioning for printed boards.

It is intended to be used in those cases where a detail specification has to be prepared, so as to achieve uniformity and reproducibility in the test methods and procedures for the testing of printed boards.

The requirements for the dimensions, properties and performance of printed boards are not covered by this Part 2 of the publication. The detail specification for the board under consideration specifies the tests to be applied and the permissible performance limits.

1.2 Contents of Part 2

The tests are grouped and numbered accordingly.

To facilitate reference to the tests, to retain consistency of presentation and to provide for future expansion, each test is identified by a number and a lower-case letter.

Note. - The test numbers have no significance with respect to an eventual test sequence. They are intended only to identify a test for reference purposes.

A list of all test methods included in this publication is given in Annex A. This annex will be reissued whenever new tests are introduced.

1.3 Associated IEC publications

This standard shall be used in conjunction with the following IEC publications:

68: Environmental testing - (Previously: Basic environmental testing procedures).

68-2-3 (1969): Part 2: Tests - Test Ca: Damp heat, steady state.

68-2-20 (1979): Test T: Soldering.

- 68-2-30 (1980): Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).
- 97 (1970): Système de grille pour circuits imprimés.
- 194 (1975): Termes et définitions concernant les circuits imprimés.
- 249-1 (1982): Matériaux de base pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.
- 326-1 (1984): Cartes imprimées, Première partie: Informations générales pour le rédacteur de spécifications.
- 326-3 (1980): Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées.
- 326-4 (1980): Quatrième partie: Spécification pour cartes imprimées à simple et à double face avec trous non métallisés.
- 326-5 (1980): Cinquième partie: Spécification pour cartes imprimées à simple et à double face avec trous métallisés.
- 326-6 (1980): Sixième partie: Spécification pour cartes imprimées multicouches.
- 454: Spécifications pour rubans adhésifs sensibles à la pression à usages électriques.
- 454-3-1 (1976): Troisième partie: Spécifications pour les matériaux particuliers. Feuille 1: Conditions applicables au chlorure de polyvinyle plastifié avec adhésif non thermodurcissable.
- 695-2-1 (1980): Essais relatifs aux risques du feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai. Essai au fil incandescent et guide.
- 695-2-2 (1980): Essai au brûleur-aiguille.
- Autres publications citées:
- Norme ISO 1463 (1982): Revêtements métalliques et couches d'oxyde - Mesurage de l'épaisseur - Méthode par coupe micrographique.
- 3448 (1975): Lubrifiants liquides industriels - Classification ISO selon la viscosité.
- 6743: Lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (classe L) - Classification.

2. Domaine d'application

La présente norme est un répertoire des méthodes d'essai. Elle concerne les méthodes et procédures d'essai pour cartes imprimées prêtes au montage des composants et ne tient pas compte de leur méthode de fabrication.

3. Objet

Décrire des méthodes d'essai normalisées pour évaluer les propriétés, les dimensions et l'exécution des cartes imprimées.

68-2-30 (1980): Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12 hour cycle).

97 (1970): Grid system for printed circuits.

194 (1975): Terms and definitions for printed circuits.

249-1 (1982): Base materials for printed circuits, Part 1: Test methods.

326-1 (1984): Printed boards, Part 1: General information for the specification writer.

326-3 (1980): Part 3: Design and use of printed boards.

326-4 (1980): Part 4: Specification for single and double sided printed boards with plain holes.

326-5 (1980): Part 5: Specification for single and double sided printed boards with plated-through holes.

326-6 (1980): Part 6: Specification for multilayer printed boards.

454: Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes.

454-3-1 (1976): Part 3: Specifications for individual materials. Sheet 1: Requirements for plasticized polyvinyl chloride with non-thermosetting adhesive.

695-2-1 (1980): Fire hazard testing, Part 2: Test methods. Glow-wire test and guidance.

695-2-2 (1980): Needle-flame test.

Other publications quoted:

ISO Standard 1463 (1982): Metallic and oxide coatings - Measurement of coating thickness - Microscopical method.

3448 (1975): Industrial liquid lubricants - ISO viscosity classification.

6743: Lubricants, industrial oils and related products (class L) - Classification.

2. Scope

This standard is a catalogue of test methods. It relates to test methods and procedures for printed boards irrespective of their method of manufacture, when they are ready for the mounting of the components.

3. Object

To describe standard test methods for assessing the properties, dimensions and performance of printed boards.

4. Généralités

4.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf indications contraires, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales spécifiées dans la Publication 68 de la CEI.

La température ambiante et l'humidité relative dans lesquelles les mesures sont effectuées doivent être notées dans le rapport.

En cas de désaccord entre acheteur et vendeur en ce qui concerne les résultats d'essai, les essais doivent être effectués à l'une des "conditions de référence" de la Publication 68 de la CEI.

4.2 Epreuve

Si possible et sauf spécifications contraires, l'essai doit être effectué sur les cartes de production.

Des éprouvettes détachables peuvent être nécessaires ou souhaitables pour certains essais.

Les éprouvettes détachables peuvent être comprises dans le flan avec les cartes de production ou peuvent être réalisées, sous la forme d'éprouvettes composées à découper distinctes, avec les cartes de production, à l'aide des mêmes matériaux et des mêmes procédés, de manière à être représentatives de ces cartes. Si des éprouvettes composées à découper distinctes sont fabriquées, elles doivent être échelonnées régulièrement en production, en quantité telle qu'une bonne répartition moyenne puisse être évaluée.

5. Examen général

5.1 Essai 1: Contrôle visuel

L'identification, l'aspect, l'exécution, le fini, l'impression d'une carte imprimée sont contrôlés par rapport à la spécification particulière, au moyen du contrôle visuel réalisé avec ou sans emploi de grossissement.

5.1.1 Essai 1a: Méthode de grossissement 3 x

Le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 3 x et si possible en lumière diffuse.

5.1.2 Essai 1b: Méthode de grossissement 10 x

Si cela est spécifié, le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 10 x et si possible en lumière diffuse.

4. General

4.1 *Standard atmospheric conditions for testing*

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions, as specified in IEC Publication 68.

The ambient temperature and the relative humidity at which the measurements are made shall be stated in the report.

In case of dispute between purchaser and vendor about test results, the tests shall be carried out at one of the "referee conditions" of IEC Publication 68.

4.2 *Test specimen*

If possible and unless otherwise specified, the test shall be carried out on production boards.

Test coupons may be necessary or desirable for certain tests.

Test coupons may be included on the panel with the production boards or may be produced as separate composite test coupons in conjunction with the production boards with the same materials and processes so as to be representative of the production boards. If separate composite test coupons are manufactured, they shall be spaced out evenly in production in such a quantity that a good average assessment can be made.

5. General examination

5.1 *Test 1: Visual examination*

The visual examination checks identification, appearance, workmanship, finish, pattern, etc., of a printed board against the relevant specification by viewing with or without use of magnification.

5.1.1 *Test 1a: x 3 magnification method*

The visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 3 linear magnification and where possible transmitted light.

5.1.2 *Test 1b: x 10 magnification method*

When specified, the visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 10 linear magnification and where possible transmitted light.

5.1.3 Essai 1c: Méthode de grossissement 250 x

Si cela est spécifié, le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 250 x. Cette méthode est exigée habituellement pour la coupe métallographique.

5.2 Essai 2: Examen dimensionnel

L'examen dimensionnel est la mesure des dimensions réelles au moyen d'outillage et d'appareils de mesure, par rapport à la spécification particulière.

5.2.1 Les outillages et appareils de mesure doivent avoir une précision et une lisibilité appropriées à la dimension et à la tolérance à mesurer.

5.2.2 Essai 2a: Méthode optique

Si cela est spécifié, des mesures spéciales, telles que celles des dimensions des trous et défauts de bords des conducteurs, doivent être effectuées au moyen d'instruments optiques ayant un réticule de mesure permettant de lire 0,025 mm.

5.2.3 Si cela est spécifié, des mesures spéciales, telles que la planéité des cartes imprimées, doivent être effectuées au moyen de jauges comme indiqué dans la méthode d'essai et/ou dans la spécification particulière.

6. Essais électriques

6.1 Essai 3: Résistance

6.1.1 Essai 3a: Résistance des conducteurs

6.1.1.1 Objet

Déterminer la résistance des conducteurs.

6.1.1.2 Epreuve

La mesure doit être effectuée sur des conducteurs spécifiés. Ces conducteurs doivent être aussi longs et aussi étroits que possible.

6.1.1.3 Méthode

La résistance doit être mesurée par une méthode convenable sur deux conducteurs à deux endroits. L'erreur de mesure ne doit pas être supérieure à 5%. Le courant doit être maintenu suffisamment faible, afin d'éviter un échauffement appréciable de l'éprouvette.

En cas de désaccord, on devra utiliser une méthode à quatre points.

6.1.1.4 Détails à spécifier

- a) conducteurs à mesurer;
- b) valeur de la résistance;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

5.1.3 Test 1c: x 250 magnification method

When specified, the visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 250 linear magnification. This is usually required for microsection.

5.2 Test 2: Dimensional examination

The dimensional examination is the measurement of actual dimensions with the aid of measuring tools and measuring equipment against the relevant specification.

5.2.1 The measuring tools and equipment shall have an accuracy and readability suitable for the dimension and tolerance to be measured.

5.2.2 Test 2a: Optical method

When specified, particular measurements, for instance, on dimensions of holes and edge defects in conductors, shall be measured with an optical instrument having a measuring reticule and a readability of 0,025 mm.

5.2.3 When specified, particular measurements, for instance, flatness of printed boards, shall be carried out using gauges as specified under the test method and/or the detail specification.

6. Electrical tests

6.1 Test 3: Resistance

6.1.1 Test 3a: Resistance of conductors

6.1.1.1 Object

To determine the resistance of conductors.

6.1.1.2 Specimen

The measurement shall be carried out on specified conductors. These conductors shall be as long and narrow as possible.

6.1.1.3 Method

The resistance shall be measured using a suitable method on two conductors at two places. The measuring error shall not be greater than 5%. The current shall be kept small enough to avoid heating the specimen appreciably.

In case of dispute, a four-terminal method shall be used.

6.1.1.4 Details to be specified

- a) conductors to be measured;
- b) value of the resistance;
- c) any deviation from the standard test method.

6.1.2 Essai 3b: Résistance des interconnexions

6.1.2.1 Objet

Déterminer la résistance des interconnexions sur une carte imprimée.

6.1.2.2 Epreuve

La mesure doit être effectuée sur des parties déterminées d'une carte de production, d'une épreuve détachable ou d'une épreuve composée à découper.

6.1.2.3 Méthode

La résistance doit être mesurée par l'application de la méthode à quatre points ou d'une méthode équivalente, entre deux trous déterminés.

Le courant mesuré ne doit pas être supérieur à 0,1 A. L'erreur totale n'excédera pas 5%.

Voir, aux figures 1 et 2, deux méthodes de connexion typiques.

Méthode de connexion A

Les conducteurs sont soudés dans les trous déterminés selon la figure 1.

Méthode de connexion B

Les connexions sont réalisées par l'emploi de deux paires de pointes de contact, selon la figure 2.

Note - Des pinces d'essai telles que décrites dans l'essai 5a sont appropriées (voir la figure 3).

6.1.2.4 Détails à spécifier

- a) trous et interconnexions à mesurer;
- b) méthode de connexion;
- c) valeur maximale de la résistance;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.1.3 Essai 3c: Variation de résistance des trous métallisés, cycle thermique

6.1.3.1 Objet

Déterminer l'accroissement de résistance qui peut se produire lorsque les trous métallisés sont soumis à un cycle thermique, en mesurant la résistance d'une manière continue durant l'essai.

L'accroissement donne une indication de la qualité du placage métallique.

6.1.2 *Test 3b: Resistance of interconnections*

6.1.2.1 *Object*

To determine the resistance of interconnections on a printed board.

6.1.2.2 *Specimen*

The measurement shall be carried out on specified parts of a production board, of a test coupon or of a composite test coupon.

6.1.2.3 *Method*

The resistance shall be measured with a four-terminal method or equivalent method between two specified holes.

The measuring current shall not exceed 0,1 A. The total measuring error shall be less than 5%.

Two typical connection methods are shown in Figures 1 and 2.

Connection method A

Leads are soldered into the specified holes according to Figure 1.

Connection method B

The connections are made using two pairs of contact pins according to Figure 2.

Note.- Test probes as described in Test 5a are suitable (see Figure 3).

6.1.2.4 *Details to be specified*

- a) holes and interconnections to be measured;
- b) connection method;
- c) maximum value of the resistance;
- d) any deviation from the standard test method.

6.1.3 *Test 3c: Change in resistance of plated-through holes, thermal cycling*

6.1.3.1 *Object*

To determine the increase in resistance of plated-through holes that may occur when the holes are subjected to thermal cycling, by monitoring the resistance continuously during the test.

The increase gives an indication of the quality of the plating.

6.1.3.2 Epreuve

L'essai est effectué sur une carte imprimée convenable comportant un certain nombre de trous métallisés reliés en série.

Lorsque l'utilisation d'éprouvettes conformes aux Publications 326-5 ou 326-6 est admise, l'essai est exécuté sur des "éprouvettes D".

La carte imprimée doit être de préférence non revêtue d'étain-plomb. Si tel n'est pas le cas, le revêtement est éliminé chimiquement avant l'essai, mais il faut faire attention à ne pas endommager le cuivre.

Note. - Un décapant convenable est constitué de:

- 330 ml d'acide nitrique 60% (masse volumique, 1,36 g/cm³ à 20 °C);
- 3 ml d'acide fluoborique 40% (masse volumique, 1,32 g/cm³ à 20 °C);
- 670 ml d'eau désionisée.

Attention: quand on utilise des décapants, on doit prendre les précautions nécessaires pour éviter des conséquences dangereuses pour la santé.

6.1.3.3 Méthode

La résistance (ou chute de tension correspondante) des trous connectés en série est mesurée sous un courant de mesure constant de 100 ± 5 mA en utilisant la méthode à quatre points de mesure. La résistance est mesurée d'une manière continue durant l'essai. L'éprouvette est reliée à l'appareil enregistreur, par exemple par un connecteur d'extrémité de carte convenable.

Le cycle thermique est exécuté en utilisant deux bains en alternance:

- Un bain à la température ambiante, comme spécifié au paragraphe 9.2.1, Essai 19a, mais maintenu à la température de 25 ± 2 °C; pour obtenir un bon refroidissement, il est indispensable que le bain à 25 °C contienne un fluide à faible viscosité.
- Un bain chaud, comme spécifié au paragraphe 9.2.1, Essai 19a, maintenu à la température de 260^{+5}_0 °C.

L'éprouvette est immergée verticalement dans le liquide à une profondeur telle que la surface des connexions reste libre, par exemple avec le connecteur d'extrémité de carte à environ 30 mm au-dessus de la surface du liquide. Pour améliorer le transfert de chaleur pendant l'immersion dans le bain chaud, l'éprouvette est agitée légèrement (dans une direction horizontale parallèle à sa surface). Après immersion et retrait du bain à 25 °C, le liquide restant sur l'éprouvette est éliminé avant l'immersion suivante.

L'éprouvette est immergée alternativement dans le bain à 25 °C et dans le bain à 260 °C. Le cycle commence et se termine par une immersion dans le bain à 25 °C. Le déplacement de l'éprouvette du bain à 260 °C au bain à 25 °C doit être effectué sans délai.

6.1.3.2 Specimen

The test shall be carried out on a suitable printed board having a number of plated-through holes connected in series.

Where the use of test coupons as specified in Publications 326-5 or 326-6 is agreed, the test shall be carried out on "Specimen D".

The test board shall preferably not be tin-lead plated. If it is, the plating shall be chemically removed prior to testing but care shall be taken to avoid any detrimental effect to the copper.

Note.- A suitable remover consists of:

- 330 ml nitric acid 60% (density, 1,36 g/cm³ at 20 °C);
- 3 ml fluoroboric acid 40% (density 1,32 g/cm³ at 20 °C);
- 670 ml deionized water.

Caution: when using removers, the necessary precautions shall be taken to avoid any injury to health.

6.1.3.3 Method

The resistance (or the corresponding voltage drop) of the holes connected in series shall be measured at a constant measuring current of 100 ± 5 mA using the four-terminal method. The resistance shall be monitored continuously during the test. The specimen shall be connected to the recording device by, for example, a suitable edge-board connector.

The thermal cycling shall be carried out by using two separate fluid baths alternately:

- An ambient temperature bath, as specified in Sub-clause 9.2.1, Test 19a, but kept at the temperature of 25 ± 2 °C; it is essential for efficient cooling that the bath at 25 °C should contain a low viscosity fluid.
- A hot bath, as specified in Sub-clause 9.2.1, Test 19a, kept at the temperature of 260^{+5}_0 °C.

The specimen shall be immersed in the fluid vertically to a depth which leaves the area of connection, for example the edge board connector, approximately 30 mm above the surface of the fluid. To improve the heat transfer during the immersion in the hot fluid, the specimen should be slightly moved (in a horizontal direction parallel to its surface). After immersion and withdrawal from the 25 °C bath, the fluid remaining on the test panel shall be removed before the next immersion.

The specimen shall be immersed alternately in the 25 °C bath and in the 260 °C bath. The cycling begins and ends with an immersion in the 25 °C bath. The specimen must be transferred from the 260 °C bath into the 25 °C bath without time delay.

Le nombre total d'immersions doit être conforme au nombre spécifié. L'éprouvette séjourne dans le bain à 25 °C jusqu'à ce qu'une lecture stable de la résistance soit obtenue. L'éprouvette séjourne dans le bain à 260 °C durant 20 ± 1 s. Si les caractéristiques du support isolant l'exigent, de légères différences de temps d'immersion peuvent être spécifiées dans la spécification concernée ou selon accord entre l'acheteur et le vendeur.

La valeur de résistance (ou la chute de tension correspondante) est portée sur une échelle de durée en relation avec le nombre d'immersions. Le diagramme qui résulte, par exemple d'un enregistreur de courbes, a un aspect similaire à celui de la figure 4.

6.1.3.4 Détails à spécifier

- a) éprouvette à soumettre à l'essai;
- b) nombre d'immersions à 260 °C;
- c) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance entre la première et la dernière immersion à 25 °C;
- d) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance entre la première et la dernière immersion à 260 °C;
- e) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance durant une immersion quelconque à 260 °C;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2 Essai 4: Conformité électrique

La conformité électrique est contrôlée par deux (2) méthodes d'essais: essai 4a: Isolement du circuit; et essai 4b: Continuité du circuit. Ces essais peuvent être combinés de façon à les faire subir successivement à la même éprouvette. D'habitude, l'essai de continuité du circuit (essai 4b) est exécuté en premier.

L'utilisation d'une même valeur de courant comme condition limite séparant les conditions d'isolement du circuit et les conditions de continuité du circuit, ainsi que l'utilisation d'un équipement d'essai automatique peuvent faciliter cette combinaison.

Ces essais ne sont pas destinés à remplacer l'inspection visuelle (essai 1a).

6.2.1 Essai 4a: Isolement du circuit

6.2.1.1 Objet

Vérifier l'absence de contacts conducteurs entre des parties spécifiées de l'impression conductrice d'une carte imprimée, parties prévues pour ne pas être reliées, selon la spécification particulière (c'est-à-dire le dessin, les exigences du client, les données numérisées, etc.).

6.2.1.2 Eprouvette

L'essai est pratiqué sur toutes les parties ou sur des parties spécifiées des impressions conductrices sur, ou entre, des couches de la carte imprimée de production.

The total number of immersions shall be as specified. The specimen shall remain in the 25 °C bath until a stable reading of the resistance is obtained. The specimen shall remain in the 260 °C bath for a period of 20 ± 1 s. If the characteristics of the base material used require it, slightly different immersion times may be specified in the relevant specification or agreed upon between purchaser and vendor.

The resistance value (or the corresponding voltage drop) is plotted on a time scale against the number of immersions. The diagram resulting, for example from a chart recorder, has an aspect similar to that shown in Figure 4.

6.1.3.4 Details to be specified

- a) specimen to be tested;
- b) number of 260 °C immersions;
- c) maximum permissible increase in per cent of resistance between the first and the last 25 °C immersion;
- d) maximum permissible increase in per cent of resistance between the first and the last 260 °C immersion;
- e) maximum permissible increase in per cent of resistance during any one 260 °C immersion;
- f) any deviation from the standard test method.

6.2 Test 4: Electrical integrity

Electrical integrity shall be established by two (2) test procedures: Test 4a: Circuit isolation; and Test 4b: Circuit continuity. These tests may be combined in order to be carried out one after the other on the same specimen. Usually circuit continuity (Test 4b) is done first.

The application of a common value of current as a limiting condition (i.e., as a border-line between circuit isolation conditions and circuit continuity conditions) as well as the use of automatic test equipment may facilitate the combination.

These tests are not intended to replace visual inspection (Test 1a).

6.2.1 Test 4a: Circuit isolation

6.2.1.1 Object

To verify the absence of conductive connection between specified parts of a conductive pattern of a printed board that were intended to be unconnected, in accordance with the relevant specification (i.e., artwork, customer requirements, computer aided data, etc.).

6.2.1.2 Specimen

The test shall be carried out on all or on specified portions of conductive patterns on or between any layers of the production board.

6.2.1.3 Méthode

Les points spécifiés de chaque circuit de l'impression conductrice accessibles séparément sont reliés à la source d'essai par des moyens adéquats, par exemple par des pointes d'essai appliquées aux conducteurs ou pastilles spécifiées. Les circuits restants, non soumis à l'essai, peuvent être reliés entre eux, ou reliés en groupe à tour de rôle, ou essayés chacun à son tour.

S'il y a lieu, des arrangements multiples de pointes d'essai peuvent être utilisés (par exemple: "lits de clous", cartes à pointes de circuits hybrides ou intégrés, etc.). Si la carte imprimée comporte des contacts d'extrémité de carte (fichier imprimé), ils peuvent être aussi utilisés conjointement, avec un connecteur adéquat ou des pointes d'essai.

Une tension d'essai spécifiée est appliquée aux bornes des parties de l'impression conductrice à essayer de façon qu'un courant passe s'il y a un court-circuit. La source de cette tension d'essai comporte les moyens permettant de fournir un courant connu, et de le limiter à une valeur inférieure à l'intensité maximale admissible du circuit essayé pour éviter une surchauffe.

Une évaluation rapide des courts-circuits peut être faite en utilisant un indicateur simple, tel qu'une lampe, ou un instrument de mesure ou un appareillage électrique transformant le courant en un signal qui peut être utilisé par un équipement d'essai automatique.

Pour une évaluation plus poussée des courts-circuits, le courant doit être fourni avec des caractéristiques telles que la valeur de la résistance ohmique existant entre les impressions conductrices séparées puisse être déterminée avec une marge d'erreur n'excédant pas 100% de la valeur minimale de la résistance donnée comme exigence limite pour l'isolement du circuit.

Il ne doit pas y avoir de court-circuit entre les points spécifiés. Quand on évalue des exigences spécifiques, l'isolement du circuit est considéré comme acquis et maintenu quand la valeur de la résistance représentée par un courant quelconque passant entre les conducteurs séparés soumis à l'essai est supérieure à 1 M Ω ou à toute autre valeur spécifiée dans la spécification particulière du client.

6.2.1.4 Détails à spécifier

- a) tension d'essai;
- b) résistance minimale acceptable, si elle est autre que 1 M Ω ;
- c) partie(s) de l'impression conductrice à essayer;
- d) courant maximal acceptable;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2.2 Essai 4b: Continuité du circuit

6.2.2.1 Objet

Vérifier qu'il y a bien continuité électrique entre des points de l'impression conductrice d'une carte imprimée spécifiés comme reliés entre eux, selon la spécification particulière (c'est-à-dire le dessin, les exigences du client, les données numérisées, etc.).

6.2.1.3 Method

The specified points of each separately accessible circuit of the conductive pattern shall be connected to the test source by suitable means, for example, by test probes contacting the specified conductors or lands. The remaining circuits, not under test, may be connected together, connected in turn as groups, or tested in turn individually.

Where appropriate, multiple arrangements of test probes may be used (for example, beds of nails, integrated or hybrid circuit pattern probes, etc.). Where a printed board contains edge board contacts, these may also be used together with a suitable edge socket connector or test probes.

A specified test voltage shall be applied to parts of the conductive pattern under test, so that a current flows if a short circuit is present. The source of the test voltage shall be associated with the means for monitoring delivered current and limiting the current to a value within the current carrying capacity of the circuit under test in order to avoid overheating.

A quick evaluation for short circuits may be made using a simple indicator, such as an indicator lamp or measuring instrument or by an electrical circuit transforming the current into a signal which may be evaluated by automatic test equipment.

For sophisticated evaluation of short circuits, the current shall be monitored in such a fashion as to enable the value of ohmic resistance existing between separate conductive patterns to be determinable within a measurement uncertainty not exceeding 100% at the minimum value of resistance given as the limiting requirement for circuit isolation.

There shall be no short circuits between specified points. When evaluating specific requirements, circuit isolation is deemed to be maintained when the value of resistance represented by any current flowing between separate conductors under test is greater than 1 M Ω , or as otherwise specified in the customer's detail specification.

6.2.1.4 Details to be specified

- a) test voltage;
- b) minimum allowable resistance if other than 1 M Ω ;
- c) part(s) of conductive pattern to be tested;
- d) maximum allowable current;
- e) any deviation from the standard test method.

6.2.2 Test 4b: Circuit continuity

6.2.2.1 Object

To verify the establishment of electrical continuity through the specified connected points of a conductive pattern of a printed board in accordance with the relevant specification (i.e., artwork, customer requirements, computer aided data, etc.).

6.2.2.2 *Epreuve*

L'essai est pratiqué sur toutes les parties ou sur des parties spécifiées des impressions conductrices, sur, ou entre, des couches de la carte imprimée de production.

6.2.2.3 *Méthode*

Les points spécifiés de l'impression conductrice sont reliés au système d'essai par des moyens adéquats, par exemple par des points d'essai appliqués aux conducteurs ou pastilles spécifiés. Le cas échéant, des arrangements multiples de points d'essai peuvent être utilisés. Si la carte imprimée comporte des contacts d'extrémité de carte (fichier imprimé), ils peuvent être aussi utilisés conjointement, avec un connecteur encartable adéquat ou pointes d'essai.

On applique tour à tour une tension d'essai ou un courant spécifiés à chaque chemin conducteur connecté séparément, en utilisant tout point de connexion du circuit accessible de l'extérieur (par exemple des pastilles, des contacts, un connecteur de bord) et successivement chaque autre point de connexion extérieur auquel le chemin choisi doit être relié.

Une évaluation rapide de la continuité électrique peut être faite en utilisant un indicateur simple, comme une lampe, ou un instrument de mesure ou un appareillage électrique transformant le courant en un signal qui peut être utilisé par un équipement d'essai automatique.

Pour une évaluation plus poussée de la continuité du circuit, le courant passant dans chaque chemin conducteur doit être fourni avec des caractéristiques telles que la valeur de la résistance ohmique existant entre n'importe quels points compris dans le circuit puisse être déterminée avec une marge d'erreur n'excédant pas 100% pour la valeur maximale de la résistance donnée comme exigence limite pour la continuité du circuit.

On prendra des dispositions pour limiter le courant maximal à une valeur inférieure à l'intensité maximale admissible des circuits essayés.

Il doit y avoir une continuité électrique entre tous les points spécifiés de chaque circuit. Quand on utilise un équipement perfectionné, la continuité du circuit est considérée comme acquise quand la valeur de la résistance connue par le courant passant entre des points quelconques du circuit est inférieure à 5 Ω ou à toute autre valeur spécifiée dans la spécification particulière du client.

6.2.2.4 *Détails à spécifier*

- a) tension d'essai;
- b) résistance maximale acceptable, si elle est autre que 5 Ω ;
- c) partie(s) de l'impression conductrice à essayer;
- d) courant maximal acceptable;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on all or on specified portions of the conductive patterns on or between any layers of the production board.

6.2.2.3 *Method*

The specified points of the conductive patterns shall be connected to the test circuit by any suitable means, for example, by test probes contacting specified conductors or lands. Where appropriate, multiple arrangements of test probes may be used. Where a printed board contains edge board contacts, these may also be used together with a suitable edge socket connector or test probes.

A specified voltage shall be applied to, or a specified current shall be passed through, each separately connected conductive path in turn, across any externally accessible circuit connection point (for example, land, edge connector, contact) and sequentially to each other external connecting point to which it is intended to be connected.

A quick evaluation of circuit continuity may be made by using a simple indicator, such as an indicator lamp or measuring instrument or by an electrical circuit transforming the current into a signal which may be evaluated by automatic test equipment.

For sophisticated evaluation of circuit continuity, the resultant current flow in each path shall be monitored in such a fashion as to enable the value of ohmic resistance existing between any points within the circuit to be determinable within a measurement uncertainty not to exceed 100% at the maximum value of resistance given as the limit requirement for circuit continuity.

Arrangements shall be made to limit the maximum current to be within the current carrying capacity of the circuits under test.

There shall be electrical continuity between all specified points of each circuit. For sophisticated equipment, the circuit continuity is deemed to have been established when the value of resistance represented by the current flowing between any points in the circuit is less than 5 Ω , or whichever single value is specified in the customer detail specification.

6.2.2.4 *Details to be specified*

- a) test voltage;
- b) maximum allowable resistance if other than 5 Ω ;
- c) part(s) of conductive pattern to be tested;
- d) maximum allowable current;
- e) any deviation from the standard test method.

6.3 Essai 5: Epreuve de courant

6.3.1 Essai 5a: Epreuve de courant, trous métallisés

6.3.1.1 Objet

Déterminer la capacité du revêtement métallique des trous métallisés à supporter un courant d'essai spécifié.

6.3.1.2 Epreuve

L'essai doit être effectué sur des trous métallisés d'une carte de production. Il peut être appliqué à des trous qui paraissent suspects à l'examen visuel.

6.3.1.3 Méthode

Faire passer un courant d'intensité déterminée par le tableau I, pendant une durée de 30 s, à travers la métallisation d'un trou métallisé, ce courant étant contrôlé en permanence.

TABLEAU I

Diamètre du trou mm	Intensité du courant d'essai A
0,6	8
0,8	9
1,0	11
1,3	14
1,6	16
2,0	20

Une alimentation continue ou alternative adéquate permettra d'obtenir un courant constant.

Le courant sera appliqué au moyen de pointes d'essai telles qu'illustrées à la figure 3. On exercera une pression suffisante pour assurer un bon contact électrique. Une force d'environ 1 N peut convenir.

6.3.1.4 Détails à spécifier

- a) trous à contrôler;
- b) mesures finales et exigences;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.3.2 Essai 5b: Epreuve de courant, conducteurs

6.3.2.1 Objet

Déterminer la capacité des conducteurs et des connexions entre conducteurs et du revêtement métallique des trous métallisés à supporter un courant spécifié.

6.3 Test 5: Current proof

6.3.1 Test 5a: Current proof, plated-through holes

6.3.1.1 Object

To assess the ability of the plating in plated-through holes to withstand a specified test current

6.3.1.2 Specimen

The test shall be carried out on plated-through holes of a production board. The test may be applied to holes that appear suspect when visually examined.

6.3.1.3 Method

A current in accordance with Table I shall be passed for a period of 30 s through the plating within a plated-through hole, and shall be continuously monitored.

TABLE I

Hole diameter mm	Test current A
0,6	8
0,8	9
1,0	11
1,3	14
1,6	16
2,0	20

The current shall be constant and shall be produced by a suitable a.c. or d.c. power supply.

The current shall be applied by test probes. Suitable probes are shown in Figure 3. Sufficient pressure shall be exerted to ensure good electrical contact. A force of about 1 N may be suitable.

6.3.1.4 Details to be specified

- holes to be tested;
- final measurements and requirements;
- any deviation from the standard test method.

6.3.2 Test 5b: Current proof, conductors

6.3.2.1 Object

To assess the ability of conductors and of connections between conductors and plating in plated-through holes to withstand a specified current.

6.3.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des parties spécifiées d'une impression d'une carte de production, d'une éprouvette détachable ou d'une éprouvette composée à découper.

6.3.2.3 *Méthode*

Un courant continu ou alternatif spécifié doit passer par le conducteur à contrôler, pendant une durée spécifiée. Le courant doit être contrôlé en permanence.

Le courant sera choisi conformément aux instructions de la Publication 326-3 de la CEI.

On doit prendre soin d'assurer un bon contact électrique du conducteur à contrôler.

6.3.2.4 *Détails à spécifier*

- a) conducteur(s) à contrôler, points de connexion inclus;
- b) courant, valeur et durée;
- c) mesures finales et exigences;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4 *Essai 6: Résistance d'isolement*

6.4.1 *Essai 6a: Résistance d'isolement, couches de surface*

6.4.1.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement entre des parties spécifiées d'une impression conductrice à la surface d'une carte imprimée ou d'une couche d'une carte multicouche avant stratification.

La résistance d'isolement fournit une indication de la qualité du matériau et des méthodes employées en production.

La Publication 326-3 de la CEI fournit une explication de la relation qui existe entre la résistance d'isolement du support isolant métallisé, selon la Publication 249 de la CEI, et la résistance d'isolement à spécifier pour cet essai.

6.4.1.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques de l'impression conductrice d'une carte de production ou d'une couche d'une carte imprimée multicouche avant stratification.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.1.3 *Méthode*

L'éprouvette doit être préconditionnée selon l'essai 18a.

6.3.2.2 Specimen

The test shall be carried out on specified parts of a pattern of a production board, or of a test coupon or of a composite test coupon.

6.3.2.3 Method

A specified a.c. or d.c. current shall be passed through the conductor under test for a specified period. The current shall be continuously monitored.

The current shall be chosen in accordance with the information given in IEC Publication 326-3.

Care shall be taken to ensure good electrical contact to the conductor under test.

6.3.2.4 Details to be specified

- a) conductor(s) to be tested, including connection points;
- b) current, value and duration;
- c) final measurements and requirements;
- d) any deviation from the standard test method.

6.4 Test 6: Insulation resistance

6.4.1 Test 6a: Insulation resistance, surface layers

6.4.1.1 Object

To determine the insulation resistance between specified parts of a conductive pattern on the surface of a printed board or of a layer of a multilayer printed board before lamination.

The insulation resistance gives an indication of the quality of the material as well as the quality of the processes used in the production.

The relation between the insulation resistance specified in IEC Publication 249 for the metal-clad base material and the insulation resistance to be specified for this test is explained in IEC Publication 326-3.

6.4.1.2 Specimen

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of a conductive pattern of a production board or of a layer of a multilayer printed board before lamination.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.4.1.3 Method

The specimen shall be preconditioned using Test 18a.

La résistance d'isolement doit être mesurée au moyen d'un appareillage de mesure adéquat. La tension d'essai, c'est-à-dire la tension aux bornes de la résistance d'isolement à mesurer, doit être de:

$$\begin{aligned} &10 \pm 1 \text{ V, ou} \\ &100 \pm 15 \text{ V, ou} \\ &500 \pm 50 \text{ V,} \end{aligned}$$

selon la spécification particulière. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min avant la mesure. Lorsqu'une lecture de tension stable est obtenue plus rapidement, la mesure peut alors être commencée immédiatement. Lorsqu'une lecture de tension stable n'est pas obtenue après 1 min, cela doit être mentionné dans le rapport d'essai.

La spécification particulière peut aussi exiger la mesure de résistance d'isolement à températures élevées, par exemple pendant un essai de chaleur sèche ou un essai d'humidité, tandis que l'éprouvette est encore dans la chambre d'essai. Dès lors, la même méthode doit être appliquée.

Dans le cas où des fils d'essai sont introduits dans la chambre, on prendra les précautions nécessaires pour réduire toute influence sur les lectures de résistance d'isolement.

6.4.1.4 *Détails à spécifier*

- a) parties de l'impression à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4.2 *Essai 6b: Résistance d'isolement, couches internes*

6.4.2.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement entre des zones spécifiées d'une impression conductrice, sur une couche interne d'une carte imprimée multicouche.

La résistance d'isolement donne une indication concernant aussi bien la qualité des matériaux que la qualité du procédé utilisé pour la fabrication.

Comme cette résistance d'isolement est une combinaison de résistance de surface et de résistance de volume, on ne peut émettre aucune corrélation avec la valeur spécifiée dans la Publication 249 de la CEI pour le support isolant métallisé.

6.4.2.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques de l'impression conductrice, sur une couche interne d'une carte de production ou d'une éprouvette détachable.

The insulation resistance shall be measured with suitable measuring equipment. The test voltage, i.e. the voltage across the insulation resistance to be measured, shall be:

$$\begin{aligned} &10 \pm 1 \text{ V, or} \\ &100 \pm 15 \text{ V, or} \\ &500 \pm 50 \text{ V,} \end{aligned}$$

as specified in the relevant specification. The test voltage shall be applied for 1 min before measurement. If a stable reading is obtained earlier, the measurement may be made earlier. If stable reading is not obtained within 1 min, this shall be recorded in the test report.

The relevant specification may also call for measurement of the insulation resistance at elevated temperatures, e.g. during a dry heat or a humidity test while the specimen is still in the test chamber. Then, the same method shall be applied.

Where the test wires enter into the chamber, precautions must be taken to minimize any influence on the insulation resistance readings.

6.4.1.4 *Details to be specified*

- a) parts of the pattern to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.4.2 *Test 6b: Insulation resistance, internal layers*

6.4.2.1 *Object*

To determine the insulation resistance between specified parts of a conductive pattern on an internal layer of a multilayer printed board.

The insulation resistance gives an indication of the quality of the material as well as the quality of the process used in the production.

Since this insulation resistance is a combination of surface resistance and volume resistance, no correlation with the value specified in IEC Publication 249 for the metal-clad base material can be given.

6.4.2.2 *Specimen*

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of a conductive pattern on an internal layer of a production board or a test coupon.

Lorsqu'on spécifie ces deux points, on doit prendre soin d'éviter l'influence d'autres couches.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.2.3 *Méthode*

On doit appliquer la méthode spécifiée à l'essai 6a.

6.4.2.4 *Détails à spécifier*

- a) parties de l'impression à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4.3 *Essai 6c: Résistance d'isolement entre couches*

6.4.3.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement, entre des parties spécifiées d'impressions conductrices, sur des couches adjacentes de cartes imprimées. La résistance d'isolement fournit une indication concernant la qualité de la fabrication et la qualité ou l'insuffisance d'épaisseur du support isolant ou des feuilles de collage.

6.4.3.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés, quelconques d'impressions conductrices, sur des couches différentes mais adjacentes d'une carte imprimée.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.3.3 *Méthode*

On doit appliquer la méthode spécifiée à l'essai 6a.

6.4.3.4 *Détails à spécifier*

- a) parties à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

When specifying these two points, care shall be taken to avoid influence from other layers.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.4.2.3 *Method*

The method as specified for Test 6a shall be applied.

6.4.2.4 *Details to be specified*

- a) parts of the pattern to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.4.3 *Test 6c: Insulation resistance between layers*

6.4.3.1 *Object*

To determine the insulation resistance between specified parts of conductive patterns on adjacent layers of printed boards. The insulation resistance gives an indication of the quality of the processing and of the quality or of insufficient thickness of base material or bonding sheets.

6.4.3.2 *Specimen*

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of conductive patterns on different but adjacent layers of a printed board.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for instance fingerprints, dust, etc.

6.4.3.3 *Method*

The method as specified for Test 6a shall be applied.

6.4.3.4 *Details to be specified*

- a) parts to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.5 Essai 7: Epreuve de tension

6.5.1 Essai 7a: Epreuve de tension, couches de surface

6.5.1.1 Objet

Vérifier la tenue d'une zone spécifiée de l'impression à la surface d'une carte imprimée à des tensions spécifiées sans qu'aucun courant de fuite ne soit mis en évidence par un contournement (décharge de surface), des effluves (décharge dans l'air) ou un claquage (perforation). La décharge peut être observée visuellement ou décelée par un appareillage d'essai d'une manière appropriée.

Note.- L'épreuve de tension ne remplace pas la mesure des distances entre parties conductrices.

6.5.1.2 Epreuve

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'une impression à la surface d'une carte imprimée. Lorsqu'on spécifie les zones sur une couche de surface d'une carte imprimée multicouche, on doit prendre soin d'éviter l'influence d'autres zones ou couches.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.5.1.3 Méthode

L'éprouvette doit être préconditionnée selon l'essai 18a.

La tension d'essai sera une tension continue ou alternative de forme approximativement sinusoïdale et la fréquence sera de 40 Hz à 60 Hz.

L'appareillage d'essai doit être capable de fournir la haute tension nécessaire et d'indiquer lorsqu'il y a une décharge de rupture et/ou un courant de fuite déterminé, en cas de défaut non apparent.

La tension doit être appliquée entre les points spécifiés et progressivement augmentée durant 5 s jusqu'à la valeur spécifiée, puis maintenue pendant 1 min.

6.5.1.4 Détails à spécifier

- a) points d'application;
- b) tension d'essai;
- c) courant de fuite maximal;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.5.2 Essai 7b: Epreuve de tension entre couches

6.5.2.1 Objet

Vérifier la tenue des zones spécifiées d'impression sur des couches adjacentes d'une carte imprimée à des tensions d'essai spécifiées sans qu'aucune décharge disruptive ne soit indiquée par l'appareillage d'essai.

6.5 Test 7: Voltage proof

6.5.1 Test 7a: Voltage proof, surface layers

6.5.1.1 Object

To assess the ability of specified parts of a pattern on the surface of a printed board to withstand specified test voltages without any disruptive discharges as evidenced by flashover (surface discharge), sparkover (air discharge), or breakdown (puncture discharge). The discharge may be visually observed or indicated by the test equipment in an appropriate manner.

Note.— The voltage proof test is not a substitute for measuring distances between conductive parts.

6.5.1.2 Specimen

The test shall be carried out on specified parts of a pattern on the surface of a printed board. When specifying parts on a surface layer of a multilayer printed board, care shall be taken to avoid the influence of other parts or layers.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.5.1.3 Method

The specimen shall be preconditioned using Test 18a.

The test voltage shall be a d.c. voltage or an a.c. peak voltage of approximately sinusoidal waveform and a frequency of 40 Hz to 60 Hz.

The test equipment shall be capable of supplying the necessary high voltage and of indicating the occurrence of disruptive discharge and/or specified leakage current in case of the failure not being visible.

The voltage shall be applied between the specified points, and shall be gradually increased during 5 s up to the specified value and then maintained for 1 min.

6.5.1.4 Details to be specified

- a) points of application;
- b) test voltage;
- c) maximum leakage current;
- d) any deviation from the standard test method.

6.5.2 Test 7b: Voltage proof between layers

6.5.2.1 Object

To assess the ability of specified parts of patterns on adjacent layers of a printed board to withstand specified test voltages without any disruptive discharge as indicated by the test equipment.

Les décharges disruptives fournissent une indication relative à des procédés défectueux ou à une épaisseur insuffisante du support isolant ou des feuilles de collage.

6.5.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'impressions sur des couches adjacentes d'une carte imprimée.

L'éprouvette doit être soigneusement manipulée de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.5.2.3 *Méthode*

La méthode spécifiée pour l'essai 7a doit être appliquée.

6.5.2.4 *Détails à spécifier*

- a) points d'application;
- b) tension d'essai;
- c) courant de fuite maximal;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.6 *Essai 8a: Dérive de fréquence*

6.6.1 *Objet*

Déterminer l'influence des conditions d'environnement déterminées sur des zones d'impression d'une carte imprimée faisant partie d'un circuit oscillant.

6.6.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'une impression ou sur des impressions d'une carte de production ou d'une éprouvette détachable.

6.6.3 *Méthode*

Une zone spécifiée de l'impression de la carte imprimée sera reliée au circuit oscillant d'une source haute fréquence extérieure. La fréquence sera celle qu'indiquera la spécification particulière.

Les changements de fréquence dus aux modifications des conditions d'environnement seront mesurés par une méthode convenable, par exemple directement à l'aide d'un fréquencemètre ou par une méthode à battement.

Les conditions d'environnement, comprenant le préconditionnement, l'épreuve et la reprise, répondront à la Publication 68 de la CEI. Une épreuve convenable est constituée par l'essai Ca de la Publication 68-2-3 de la CEI, sévérité quatre jours.

Disruptive discharges give an indication of defective processes or insufficient thickness of base material or bonding sheets.

6.5.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified parts of patterns on adjacent layers of a printed board.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.5.2.3 *Method*

The method as specified for Test 7a shall be applied.

6.5.2.4 *Details to be specified*

- a) points of application;
- b) test voltage;
- c) maximum leakage current;
- d) any deviation from the standard test method.

6.6 *Test 8a: Frequency drift*

6.6.1 *Object*

To determine the influence of specified environmental conditions on parts of a pattern of a printed board that form part of an oscillating circuit.

6.6.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified parts of a pattern or patterns of a production board or of a test coupon.

6.6.3 *Method*

A specified part of the pattern shall be connected into the oscillating circuit of an external high-frequency source. The frequency shall be that specified in the detail specification.

Changes of frequency due to environmental conditions shall be measured by any suitable means, for example directly with a frequency counter or by a beat-frequency method.

The environmental conditions, including preconditioning, conditioning and recovery, shall be in accordance with IEC Publication 68. A suitable conditioning is Test Ca of IEC Publication 68-2-3, severity four days.

Les mesures de fréquence seront effectuées:

- a) après préconditionnement;
- b) si requis, à certains moments de l'épreuve;
- c) après reprise.

6.6.4 *Détails à spécifier*

- a) zone de l'impression à essayer;
- b) conditions d'environnement;
- c) points de mesure dans la séquence d'épreuve;
- d) fréquence;
- e) dérive permise;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.7 *Essai 9a: Impédance du circuit*

Il existe plusieurs méthodes de mesure des impédances de circuit. Comme la méthode à employer dépendra à la fois de l'application de la carte imprimée (par exemple la gamme de fréquence) et de l'équipement de mesure disponible, aucune méthode CEI préférée ne peut être indiquée.

Si la mesure d'impédance d'un circuit est requise par une spécification particulière, la méthode de mesure doit être également spécifiée.

7. Essais mécaniques

7.1 *Essai 10: Force d'adhérence*

7.1.1 *Essai 10a: Force d'adhérence, conditions atmosphériques normales*

7.1.1.1 *Objet*

Déterminer la qualité de l'adhérence des conducteurs au support isolant dans des conditions atmosphériques normales, pour s'assurer d'une adhérence adéquate après traitement.

L'adhérence est déterminée par la force par unité de largeur nécessaire pour décoller le conducteur de la surface adjacente du support isolant.

Note.- La force d'adhérence est influencée par l'épaisseur de la feuille de métal et par des revêtements métalliques supplémentaires.

7.1.1.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des bandes conductrices droites à bords parallèles, de longueur convenable et de largeur uniforme.