

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 326C

1974

Troisième complément à la Publication 326 (1970)

Exigences et méthodes de mesure générales concernant les cartes de câblages imprimés

Cartes imprimées multicouches

Third supplement to Publication 326 (1970)

General requirements and measuring methods for printed wiring boards

Multilayer printed boards



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 326C

1974

Troisième complément à la Publication 326 (1970)

Exigences et méthodes de mesure générales concernant les cartes de câblages imprimés

Cartes imprimées multicouches

Third supplement to Publication 326 (1970)

General requirements and measuring methods for printed wiring boards

Multilayer printed boards



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Généralités	8
4. Dimensions et autres exigences pour toutes les cartes avant la division en lots	8
4.1 Epaisseur de la carte	8
4.2 Trous	10
4.3 Position de l'impression et des trous métallisés	12
4.4 Dimensions des conducteurs (autres que les contacts encartables)	12
5. Essais électriques	14
5.1 Résistances des conducteurs (essai facultatif)	14
5.2 Résistance d'interconnexion	14
5.3 Résistance d'isolement sur une couche ou en surface	16
5.4 Résistance d'isolement entre couches	16
5.5 Essai de tension entre couches	16
5.6 Essai de courant admissible	18
5.7 Courts-circuits internes	18
5.8 Variation de la valeur de résistance des trous métallisés suivie d'une coupe métallographique	18
6. Essais mécaniques	20
6.1 Planéité	20
6.2 Force d'arrachement des pastilles après plusieurs soudures	22
6.3 Adhérence du revêtement	22
6.4 Flexion	22
7. Autres essais	24
7.1 Résistance au choc thermique	24
7.2 Inflammabilité	24
7.3 Endurance (changement rapide de température)	26
7.4 Soudabilité	26
7.5 Coupe micrographique	32
8. Programme d'essai	32
Tableau explicatif pour contrôles et essais	34
FIG. 1-7 Flan composé, position des dessins d'éprouvettes	36-42
FIG. 8 Connexions à l'instrument de mesure pour la résistance d'interconnexion	43
FIG. 9 Schéma du porte-éprouvette et de l'aiguille de mesure du temps pour l'essai de soudabilité	44
FIG. 10 Illustrations des surfaces soudées	45
FIG. 11 Efficacité de la soudure des trous métallisés	46
ANNEXE A. Echantillon typique pour essai de production	47
ANNEXE B. Positions typiques des échantillons d'essai de production	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. General	9
4. Dimensions and other requirements for all boards before division into lots	9
4.1 Board thickness	9
4.2 Holes	11
4.3 Position of pattern and plated-through holes	13
4.4 Conductor dimensions (other than edge board contacts)	13
5. Electrical tests	15
5.1 Conductor resistance (optional test)	15
5.2 Interconnection resistance	15
5.3 Insulation resistance within a layer or on the surface	17
5.4 Insulation resistance between layers	17
5.5 Voltage proof between layers	17
5.6 Current-carrying test	19
5.7 Internal short-circuits	19
5.8 Change in resistance value of plated-through holes followed by microsectioning	19
6. Mechanical tests	21
6.1 Flatness	21
6.2 Pull-off strength of lands after resoldering	23
6.3 Adhesion of plating	23
6.4 Flexural strength	23
7. Other tests	25
7.1 Resistance to thermal shock	25
7.2 Flammability	25
7.3 Endurance (rapid change of temperature)	27
7.4 Solderability	27
7.5 Microsectioning	33
8. Test schedule	33
Explanatory table for inspection and testing	35
FIG. 1-7. Composite panel, test pattern locations	36-42
FIG. 8. Connections to the test instrument for interconnection resistance measurement	43
FIG. 9. Sketch of specimen holder and timing needle for testing solderability	44
FIG. 10. Illustration of soldered surfaces	45
FIG. 11. Effectiveness of soldering of plated-through holes	46
APPENDIX A. Typical production test coupon	47
APPENDIX B. Typical positions of production test coupons	48

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TROISIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 326 (1970)

**Exigences et méthodes de mesures générales
concernant les cartes de câblages imprimés**

Cartes imprimées multicouches

PRÉAMBULE

- 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.

PRÉFACE

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

Des projets nationaux furent discutés aux réunions tenues à Milan en 1967 et à Paris en 1969.

Un document de Secrétariat a été discuté à la réunion tenue à Washington en 1970. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 52(Bureau Central)76, fut soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en mai 1971.

Des modifications, document 52(Bureau Central)93, furent soumises ensuite aux Comités nationaux pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1973.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Autriche	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Italie	Turquie
Japon	Union des Républiques
Norvège	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

THIRD SUPPLEMENT TO PUBLICATION 326 (1970)

General requirements and measuring methods for printed wiring boards

Multilayer printed boards

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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 52, Printed Circuits.

National drafts were discussed at the meetings held in Milan in 1967 and in Paris in 1969.

A Secretariat draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970. As a result of this meeting a final draft, document 52(Central Office)76, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1971. Amendments, document 52(Central Office)93, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Austria	Poland
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

TROISIÈME COMPLÈMENT À LA PUBLICATION 326 (1970)

Exigences et méthodes de mesure générales concernant les cartes de câblages imprimés Cartes imprimées multicouches

Introduction

La présente publication est diffusée en attendant la révision complète de la Publication 326.

Comme ce travail demandera encore un certain temps, le présent complément a été préparé de façon à fournir les renseignements essentiels dont on doit pouvoir disposer dès maintenant pour essayer les cartes imprimées multicouches.

La présente publication doit être utilisée conjointement avec les publications suivantes:

Publication de la CEI

- 65: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 97: Système de grille pour circuits imprimés.
- 167: Méthodes d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement des isolants solides.
- 194: Termes et définitions concernant les circuits imprimés.
- 243: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.
- 249-1: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés.
et ses 1^{re} Partie: Méthodes d'essai.
compléments
- 249-2: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés.
et ses 2^e Partie: Spécifications.
compléments
- 249-3: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés.
3^e Partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés.
- 326: Exigences et méthodes de mesure générales concernant les cartes de câblages imprimés.
et ses compléments

Publication ISO

- R 178: Détermination des caractéristiques de flexion des matières plastiques rigides.

THIRD SUPPLEMENT TO PUBLICATION 326 (1970)

General requirements and measuring methods for printed wiring boards

Multilayer printed boards

Introduction

This publication is issued pending the complete revision of Publication 326.

Since this task will take some time, the present supplement has been prepared to provide the essential information on testing multilayer printed boards which has to be made available without delay.

This recommendation should be used in conjunction with the following other publications:

IEC Publication

- 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Equipment for Domestic and Similar General Use.
- 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- 97: Grid System for Printed Circuits.
- 167: Methods of Test for the Determination of the Insulation Resistance of Solid Insulating Materials.
- 194: Terms and Definitions for Printed Circuits.
- 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 249-1: Metal-clad Base Materials for Printed Circuits. Part 1: Test Methods.
and its
supple-
ments
- 249-2: Metal-clad Base Materials for Printed Circuits. Part 2: Specifications.
and its
supple-
ments
- 249-3: Metal-clad Base Materials for Printed Circuits. Part 3: Special Materials used in Connection with Printed Circuits.
- 326: General Requirements and Measuring Methods for Printed Wiring Boards.
and its
supple-
ments

ISO Recommendation

- R 178: Determination of flexural properties of rigid plastics.

1. **Domaine d'application**

La présente recommandation est relative aux cartes de câblages imprimés multicouches prêtes au montage des composants, et ne tient pas compte de leur méthode de fabrication; elle est destinée à servir de base aux accords entre acheteur et vendeur.

Le terme « spécification particulière » utilisé dans ce document renvoie à de tels accords.

2. **Objet**

Décrire les méthodes d'essais et établir des exigences uniformes pour juger des propriétés et des dimensions des cartes de câblages imprimés multicouches.

3. **Généralités**

3.1 *Classification*

Il est recommandé de prévoir deux classes.

- Classe A: Exigences pour un fonctionnement sévère,
- Classe B: Exigences pour un fonctionnement normal.

La spécification particulière précisera la classe pour chaque exigence. Toute dérogation devra être agréée conjointement par l'acheteur et le vendeur, mais en aucun cas on ne devra supprimer les exigences concernant la résistance d'interconnexion (paragraphe 5.2), les courts-circuits internes (paragraphe 5.7), la résistance au choc thermique (paragraphe 7.1) et la soudabilité (paragraphe 7.4).

3.2 *Conditions atmosphériques normales d'essai* (voir Publication 326 de la CEI, paragraphe 3.1)

3.3 *Mise en œuvre*

La carte de câblage imprimé multicouche doit être réalisée de manière convenable et avec soin, en conformité avec la bonne pratique courante.

3.4 *Examen général*

Il ne doit y avoir aucun défaut, à l'examen visuel, autre que ceux autorisés par le paragraphe 4.4.2.3.

L'examen visuel doit être fait avec un grossissement optique d'environ trois fois, et si possible une lumière diffusée.

4. **Dimensions et autres exigences pour toutes les cartes avant la division en lots**

4.1 *Épaisseur de la carte*

4.1.1 Dimensions hors tout: les dimensions hors tout des cartes multicouches seront celles spécifiées par l'acheteur.

4.1.2 Épaisseur de la carte et tolérances: les épaisseurs préférentielles et les tolérances associées sont données dans le tableau I.

1. Scope

This recommendation relates to multilayer printed boards irrespective of their method of manufacture, when they are ready for the mounting of the components, and is intended as a basis on which agreements between purchaser and vendor can be made.

The term “relevant specification” used herein refers then to such agreements.

2. Object

To describe test methods and establish uniform requirements for judging the properties and dimensions of multilayer boards.

3. General

3.1 Classification

It is recommended that two levels of performance should be established.

- Class A: Stringent functional requirements,
- Class B: Normal functional requirements.

The relevant specification shall stipulate the performance class for each requirement. Any departure from the requirement shall be mutually agreed between purchaser and vendor, but in no case should the requirement for interconnection resistance (Sub-clause 5.2), internal short-circuits (Sub-clause 5.7), resistance to thermal shock (Sub-clause 7.1) and solderability (Sub-clause 7.4) be eliminated.

3.2 *Standard atmospheric conditions for testing* (see IEC Publication 326, Sub-clause 3.1)

3.3 Workmanship

The multilayer printed board shall be processed in a careful and workmanlike manner, in accordance with good current practice.

3.4 General examination

There shall be no defects as determined by visual examination other than permitted in Sub-clause 4.4.2.3.

The visual examination shall employ optical magnification (approximately $\times 3$) and, where possible, transmitted light.

4. Dimensions and other requirements for all boards before division into lots

4.1 Board thickness

4.1.1 Over-all dimensions: the over-all dimensions of the multilayer board shall be as specified by the purchaser.

4.1.2 Board thickness and tolerances: the preferred thickness and associated tolerances are given in Table I.

Les tolérances données dans le tableau I s'appliquent uniquement aux cartes encartables et s'appliquent uniquement à la surface de la carte qui est destinée à être insérée dans le connecteur

TABLEAU I

Épaisseur des cartes et tolérances
(comprenant les conducteurs et revêtements)

Épaisseur nominale	Ecart
0,8 mm (0,0315 in)	± 0,15 mm (0,006 in)
1,6 mm (0,063 in)	± 0,20 mm (0,008 in)
2,4 mm (0,095 in)	± 0,25 mm (0,010 in)
3,2 mm (0,13 in)	± 0,30 mm (0,012 in)

4.2 Trous

4.2.1 Dimension des trous

Les dimensions des trous doivent être conformes au paragraphe 4.2 de la Publication 326 de la CEI.

4.2.1.1 La dimension des trous doit être spécifiée par l'acheteur; toutefois, pour les essais de type, le diamètre des trous ne doit pas être inférieur à 1 mm (0,04 in), sauf spécification contraire.

4.2.1.2 Lorsque l'on utilise le flan composé reproduit dans la figure 1, page 36, pour les essais de type, les caractéristiques en seront:

- épaisseur totale: 1,6 mm (0.063 in)
- diamètre des trous: 1 mm (0.04 in)
- épaisseur des feuilles de cuivre: 35 µm (0.0014 in)
- impressions selon les figures 2 à 7, pages 37 à 42

Lorsqu'on utilise une carte de production pour les essais de type, les caractéristiques doivent en être déterminées par accord entre acheteur et vendeur.

4.2.2 Trous métallisés

Les trous métallisés doivent avoir une apparence propre et être exempts d'inclusions de toute sorte, qui puissent affecter l'insertion des composants ou leur soudabilité.

Il ne doit pas y avoir de défauts apparents de la métallisation dans le trou, mais des manques sont permis si leurs dimensions maximales totales ne dépassent pas 25% du diamètre du trou. On considère comme suffisante la précision donnée par la détermination visuelle du rapport dimensions maximales des manques/diamètre du trou.

Si acheteur et vendeur sont en désaccord sur la qualité des trous métallisés, l'essai de référence du paragraphe 5.6 peut être appliqué à tous les trous suspects à l'examen visuel.

4.2.2.1 Les trous ayant un manque de métallisation ne doivent pas dépasser 5% du nombre total de trous métallisés.

4.2.2.2 Épaisseur du dépôt de cuivre.

Afin de remplir les exigences de la présente recommandation, il est recommandé que la moyenne des valeurs mesurées ne soit pas inférieure à 25 µm (0,001 in); aucune mesure individuelle ne doit être au-dessous de 15 µm (0,0006 in).

The tolerances given in Table I apply only when the board is to fit into an edge connector and apply only over the area of the board that will be inserted into the connector.

TABLE I
Total board thickness and tolerances
(including conductors and plating)

Nominal thickness	Deviation
0.8 mm (0.0315 in)	± 0.15 mm (0.006 in)
1.6 mm (0.063 in)	± 0.20 mm (0.008 in)
2.4 mm (0.095 in)	± 0.25 mm (0.010 in)
3.2 mm (0.13 in)	± 0.30 mm (0.012 in)

4.2 Holes

4.2.1 Dimension of holes

The dimension of holes shall conform to Sub-clause 4.2 of IEC Publication 326.

4.2.1.1 The hole dimension shall be specified by the purchaser, except that for type approval tests, a hole diameter shall not be less than 1 mm (0.04 in), unless otherwise specified.

4.2.1.2 Where a composite panel in accordance with Figure 1, page 36, is acceptable for type testing, the parameters are:

- total thickness 1.6 mm (0.063 in)
- hole diameter 1 mm (0.04 in)
- copper foil thickness 35 µm (0.0014 in)
- patterns according to Figures 2 to 7, pages 37 to 42

Where a production board is acceptable for type testing, the parameters shall be agreed between purchaser and vendor.

4.2.2 Plated-through holes

Plated-through holes shall have a clean appearance and be free from inclusions of any sort that may affect component insertion or solderability.

There shall be no apparent failure of the plating in the hole, but voids are permissible provided that their total maximum dimensions do not exceed 25% of the hole diameter. Visual assessment of the ratio maximum dimensions/hole diameter is sufficient.

When the quality of the plated-through holes is in dispute between purchaser and vendor, the referee test of Sub-clause 5.6 may be applied to all holes that appear suspect when visually examined.

4.2.2.1 Holes with plating voids shall not exceed 5% of the total number of plated-through holes.

4.2.2.2 Thickness of copper plating

It is recommended that in order to meet the requirements of this recommendation, the average of the measured values shall be not less than 25 µm (0.001 in) and no individual measurement shall be below 15 µm (0.0006 in).

- 4.3 *Position de l'impression et des trous métallisés* (voir Publication 326 de la CEI, paragraphes 4.4.1, 4.4.2, 4.4.2.1 et 4.4.2.2).

L'écart radial de la position du centre du trou par rapport au point de référence doit être celui qu'indique la spécification particulière.

- 4.3.1 *Excentrage permis entre le trou et la pastille pour les couches externes*

La couronne métallique de la pastille ne doit pas être inférieure, en aucun point, à :

- a) 0,25 mm (0,010 in) pour les trous non métallisés;
- b) 0,075 mm (0,003 in) pour les trous métallisés.

- 4.4 *Dimensions des conducteurs (autres que les contacts encartables)*

- 4.4.1 Si les couches internes doivent être examinées, les exigences dimensionnelles de la Publication 326 sont applicables.

- 4.4.2 Les conducteurs des couches externes doivent être conformes à ce qui suit :

- 4.4.2.1 *Largeur des conducteurs*

Sauf en ce qui concerne des défauts locaux (voir paragraphe 4.4.2.3 ii)), les exigences dimensionnelles de la Publication 326 sont applicables.

- 4.4.2.2 *Espacement des conducteurs*

Les exigences de la Publication 326 de la CEI sont applicables.

- 4.4.2.3 *Défauts*

- i) On ne doit pas trouver de fissure filiforme à l'examen visuel utilisant un grossissement optique (environ $\times 3$).
- ii) Les défauts sur les trous ou les défauts de bords du conducteur ne doivent pas excéder 20% de la largeur prévue du conducteur; dans tous les cas, la réduction de la largeur effective d'un conducteur, qui résulte du fait que sa largeur réelle est moindre que celle prévue et de la présence de trous ou de défauts de bords, ne doit pas être supérieure à 25% de la largeur prévue.

La dimension des trous et des défauts de bords des conducteurs doit être mesurée avec un instrument optique possédant un réticule de mesure et un lecteur à 0,025 mm (0,001 in). Le nombre de trous dans les conducteurs ne doit pas être supérieur à 1 par 6,5 cm² (1 in²) de surface de carte.

- iii) Les enfoncements des conducteurs ne sont pas un cas de rejet de la carte imprimée.

- 4.4.3 *Particules entre conducteurs*

Si l'espacement prévu entre conducteurs est de 0,4 mm (0,016 in) ou moins, il ne doit pas y avoir de particules de métal entre ces conducteurs.

Si l'espacement prévu entre conducteurs adjacents est supérieur à 0,4 mm (0,016 in), les particules entre les conducteurs adjacents ne doivent pas réduire la ligne de fuite de plus de 20%; dans tous les cas, la ligne de fuite ne doit pas être inférieure à 0,4 mm (0,016 in).

4.3 *Position of pattern and plated-through holes* (see IEC Publication 326, Sub-clauses 4.4.1, 4.4.2, 4.4.2.1 and 4.4.2.2)

The radial displacement of the position of the centre of the hole with regard to the reference point shall be as specified in the relevant specification.

4.3.1 *Permissible misalignment of hole and land for outer surface layers*

The radial metal width of the land at any one point shall not be less than:

- a) plain = 0.25 mm (0.010 in);
- b) plated = 0.075 mm (0.003 in).

4.4 *Conductor dimensions (other than edge board contacts)*

4.4.1 If inspection of inner layers is required, then the dimensional conditions of IEC Publication 326 apply.

4.4.2 Outer layer conductors shall conform to the following:

4.4.2.1 *Conductor width*

Except in the case of local defects (see Sub-clause 4.4.2.3 ii)), the dimensional conditions of IEC Publication 326 apply.

4.4.2.2 *Spacing between conductors*

The dimensional conditions of IEC Publication 326 apply.

4.4.2.3 *Defects*

- i) There shall be no hair-line cracks as determined by visual examination employing optical magnification (approximately $\times 3$).
- ii) Holes or edge defects in the conductor shall not exceed 20% of the design width of the conductor, but in any event the reduction in effective width of a conductor, resulting from its width being less than the design width and the presence of holes or edge defects, shall not exceed 25% of the design width.

The sizes of holes and edge defects in conductors shall be measured with an optical instrument having a measuring reticle and having a readability of 0.025 mm (0.001 in). The number of holes in conductors shall not exceed one in 6.5 cm² (1 in²) of board area.

- iii) Indentations in conductors shall not be a reason for the rejection of the printed board.

4.4.3 *Particles between conductors*

If the design spacing between conductors is 0.4 mm (0.016 in) or less, there shall be no metal particles between those conductors.

If the design spacing between adjacent conductors is greater than 0.4 mm (0.016 in), any particles between adjacent conductors shall not reduce the leakage path length by more than 20%, but in any event, the leakage path length shall not be less than 0.4 mm (0.016 in).

4.4.4 *Contacts d'extrémité de carte (fichiers imprimés)*

La surface métallique doit être lisse et exempte, dans la zone de contact, de défauts propres à causer une réduction des propriétés électriques ou mécaniques du connecteur. Les défauts dans le métal de revêtement propres à causer de telles réductions sont: trous d'épingle, rayures profondes, enfoncements, rugosité ou cavités.

Contacts double face (reliés par des trous métallisés): quelques défauts peuvent être permis sur la zone de contact, sur une face, si le même contact sur la face opposée n'a pas de défaut.

4.4.5 Le revêtement des conducteurs et/ou des contacts d'extrémité de cartes doit être conforme aux exigences suivantes:

a) *Examen visuel*

Les revêtements doivent être lisses et d'apparence uniforme, exempts de fentes, brûlures, creux, bosses et cloques.

b) *Porosité du revêtement*

La surface revêtue doit être essayée suivant l'une des méthodes données par l'Essai d'exposition au gaz et les essais électrographiques de la Publication 326 de la CIEI, annexe D.

Après essai, l'apparition d'un dessin hachuré ou craquelé dans la zone de contact n'est pas permise. Une corrosion et des porosités limitées sont permises sauf dans la zone de contact et les limites admissibles doivent être déterminées pour chaque exigence spécifique.

Un étalon comparatif doit être établi en utilisant le procédé d'essai de l'annexe applicable.

c) *Épaisseur du revêtement*

Le métal de revêtement et l'épaisseur doivent être spécifiés par l'acheteur. On doit faire référence à la spécification particulière pour l'épaisseur de revêtement demandée.

Acheteur et vendeur s'accorderont sur une méthode appropriée de détermination de l'épaisseur du revêtement.

5. **Essais électriques**

5.1 *Résistance des conducteurs (essai facultatif)*

La résistance du conducteur ne doit pas être supérieure à une valeur déterminée par accord entre acheteur et vendeur. La mesure doit être exécutée sur une bande de conducteur de 1,6 mm (0,063 in) de largeur et non inférieure à 100 mm (4 in) de long faisant partie de la carte en fabrication. L'erreur de l'appareil de mesure doit être inférieure à $\pm 5\%$

5.2 *Résistance d'interconnexion*

5.2.1 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette G du flan d'essai de type, figure 1, page 36, ou sur l'échantillon pour essai des cartes de production (voir annexe A, dessin 1).

5.2.2 *Méthode*

Mesurer la résistance de chaque combinaison de deux trous adjacents des rangs A ou E de l'éprouvette G, à l'exception des trous A5 et A6, E3 et E4, E11 et E12 en utilisant un pont Kelvin à quatre points de contact ou tout appareil équivalent. (voir figure 2, page 37).