

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 Varembé
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 COMPLÈMENT 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 Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	

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 compléments
1^{re} Partie: Méthodes d'essai.
- 249-2: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés.
et ses compléments
2^e Partie: Spécifications.
- 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 reticule 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 C.E.I., 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).

4.4.4 *Edge board contacts*

The metal surface shall be smooth and free from defects in the zone of contact likely to cause a reduction in either electrical or mechanical properties of the connector. Defects in the metal cladding likely to cause such reduction are: pin holes, deep scratches, indentations, roughness or pitting.

Double-sided contacts (linked by plated-through holes): some defects may be permitted in the zone of contact on one side provided the same contact on the reverse side has no defects.

4.4.5 Plating of conductors and/or edge board contacts shall be in accordance with the following:

a) *Visual examination*

The coating deposited shall be smooth and of uniform appearance, free from cracks, burns, pits, nodules and blisters.

b) *Porosity of plating*

The plated area shall be tested in accordance with one of the methods given in the Gas Exposure Test and the Electrographic Tests of IEC Publication 326, Appendix D.

After test, the appearance of a lined or crazed pattern on the zone of contact is not permitted. Limited corrosion and porosity may be permitted except in the zone of contact and the permissible limit is to be established for each specific requirement.

A comparative standard shall be determined using the test procedure in the relevant appendix.

c) *Thickness of plating*

The metal to be plated and the thickness shall be specified by the purchaser. Reference should be made to any relevant standard for the required thickness of plating metals.

Purchaser and vendor shall agree upon a suitable method of determining the thickness of plating.

5. **Electrical tests**

5.1 *Conductor resistance (optional test)*

The conductor resistance shall not exceed a value to be agreed between purchaser and vendor. The measurement shall be made on a strip of conductor 1.6 mm (0.063 in) wide and not less than 100 mm (4 in) long forming part of the processed board. The error of the measuring apparatus shall be less than $\pm 5\%$.

5.2 *Interconnection resistance*

5.2.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen G, Type test panel, Figure 1, page 36, or the test coupon of production boards (see Appendix A, pattern 1).

5.2.2 *Procedure*

Using a four-terminal Kelvin bridge or equivalent, the resistance between any two adjacent holes in row A or E of Specimen G, except holes A5 and A6, E3 and E4, E11 and E12 (see Figure 2, page 37), shall be measured.

Souder les sorties dans les trous sélectionnés afin d'obtenir des connexions convenables aux quatre points de contact de l'instrument de mesure, suivant la figure 8, page 43. Cet essai doit être répété pour chaque paire de trous.

5.2.3 Exigences

La résistance ne doit pas être supérieure à 0,001 ohm pour toutes les classes de cartes.

5.3 Résistance d'isolement sur une couche ou en surface

A l'étude (épreuve H du flan d'essai de type, figure 1, page 36).

5.4 Résistance d'isolement entre couches

5.4.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'épreuve A du flan d'essai de type, figure 1.

5.4.2 Méthode

5.4.2.1 Les épreuves des matériaux de classe A doivent être soumises à 10 cycles de l'essai Da, de la Publication 68 de la CEI. Une polarisation de 100 V c.c. est appliquée pendant les cycles. Les mesures de la résistance d'isolement doivent être effectuées après le dixième cycle, suivant la Publication 167 de la CEI. Elles doivent être effectuées à 100 V c.c. entre les points: 1-2, 2-3, 3-4 de l'épreuve A, figure 2, page 37.

5.4.2.2 Les épreuves des matériaux de classe B doivent être essayées comme ci-dessus, mais sans tension de polarisation appliquée.

5.4.3 Exigences

5.4.3.1 Classe A: 1 000 M Ω minimum.

5.4.3.2 Classe B: 1 000 M Ω minimum.

5.5 Essai de tension entre couches

5.5.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'épreuve A du flan d'essai de type, figure 1, ou sur des parties spécifiées de cartes de production.

5.5.2 Méthode

On utilisera un appareil d'essai électrique capable de donner une haute tension c.a. ou c.c. et d'observer l'existence d'une décharge disruptive et/ou d'un courant de fuite, en cas d'un défaut invisible. La tension d'essai doit être augmentée aussi régulièrement que possible, de zéro jusqu'à la valeur spécifiée, à un taux d'environ 500 V par seconde.

La tension d'essai c.a. ou c.c. doit être appliquée pendant 30 s entre les points 1 et 2, 2 et 3, 3 et 4 de la figure 2.

Leads shall be soldered in the selected holes for proper connections to the four terminals of the test instrument according to Figure 8, page 43. This test is to be repeated for each pair of holes.

5.2.3 *Requirements*

The resistance shall not exceed 0.001 ohm for all classes of boards.

5.3 *Insulation resistance within a layer or on the surface*

Under consideration (Specimen H, Type test panel, Figure 1, page 36).

5.4 *Insulation resistance between layers*

5.4.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen A, Type test panel, Figure 1.

5.4.2 *Procedure*

5.4.2.1 Specimens of Class A materials shall be subjected to Test Da, of IEC Publication 68, for 10 cycles. A polarization of 100 V d.c. shall be applied during cycling. The insulation resistance shall be measured after the tenth cycle in accordance with IEC Publication 167. Measurements shall be taken at 100 V d.c. between the points: 1-2, 2-3, 3-4 of Specimen A, Figure 2, page 37.

5.4.2.2 Specimens of Class B materials shall be tested as above, except that there shall be no polarization voltage applied during cycling.

5.4.3 *Requirements*

5.4.3.1 Class A: 1 000 M Ω minimum.

5.4.3.2 Class B: 1 000 M Ω minimum.

5.5 *Voltage proof between layers*

5.5.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen A, Type test panel, Figure 1, or on specified parts of production boards.

5.5.2 *Procedure*

An electrical test instrument is required that is capable of generating high voltage a.c. or d.c. and of indicating the occurrence of a disruptive discharge and/or leakage current in case of the failure not being visible. The test voltage shall be raised from 0 to the specified value as uniformly as possible at the rate of about 500 V per second.

The a.c. or d.c. test voltage shall be applied for 30 s between points 1 and 2, 2 and 3, 3 and 4 of Figure 2.

5.5.3 Exigences

Aucune décharge ou courant de fuite ne doit être observé lorsque les tensions d'essai suivantes sont appliquées pendant 30 s :

- Classe A: 1 000 V c.a. de crête ou c.c.
- Classe B: 500 V c.a. de crête ou c.c.

5.6 Essai de courant admissible

5.6.1 Epreuve

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 de la carte de production, ou sur une partie spécifiée des cartes de production.

5.6.2 Méthode

Pour l'éprouvette G, appliquer 10 ampères entre les sorties A1 et E13 pendant 5 s. Sur les échantillons pour essai des cartes de production ou une partie spécifiée des cartes de production, appliquer un courant en accord avec le diagramme guide de la Publication 326 de la CEI.

5.6.3 Exigences

Il ne doit pas y avoir de circuits coupés.

5.7 Courts-circuits internes

5.7.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette B du flan d'essai de type, figure 1, ou sur l'échantillon pour essai des cartes de production (voir annexe A, dessin 4).

5.7.2 Méthode

Appliquer une tension polarisée de 100 V c.c. entre un trou métallisé connecté à la masse et tous les trous métallisés non connectés à la masse. La résistance entre ces points est mesurée avec un ohmmètre convenable, ou l'absence de courts-circuits est remarquée. L'éprouvette B est utilisée pour l'essai de type.

5.7.3 Exigences

Toutes classes: pas moins de 1 M Ω .

5.8 Variation de la valeur de résistance des trous métallisés suivie d'une coupe métallographique

5.8.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette D du flan d'essai de type, figure 1, ou, pour les cartes de production, sur huit trous reliés en série par des conducteurs. Avant l'essai, le dépôt d'étain-plomb doit être éliminé par un procédé approprié.

5.5.3 *Requirements*

No disruptive discharge or leakage current shall occur when the following test voltages are applied for 30 s:

- Class A: 1 000 V a.c. peak or d.c.
- Class B: 500 V a.c. peak or d.c.

5.6 *Current-carrying test*

5.6.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen G, Type test panel, Figure 1, page 36, or test coupon of production board, or a specified part of production boards.

5.6.2 *Procedure*

When using Specimen G, a current of 10 amperes shall be applied between terminals A1 and E13 for five seconds. When using the test coupon for production boards or a specified part of production boards, a suitable current in accordance with the design guidance charts of IEC Publication 326 shall be applied.

5.6.3 *Requirements*

There shall be no open circuits.

5.7 *Internal short-circuits*

5.7.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen B, Type test panel, Figure 1, or on a production board test coupon (see Appendix A, pattern 4).

5.7.2 *Procedure*

A polarizing voltage of 100 V d.c. shall be applied between a plated-through hole connected to a ground plane and any plated holes not connected to the ground plane. The resistance between these points shall be measured by a suitable ohmmeter or absence of short-circuit noted. Specimen B is used for type testing.

5.7.3 *Requirements*

All classes: not less than 1 M Ω .

5.8 *Change in resistance value of plated-through holes followed by microsectioning*

5.8.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen D, Type test panel, Figure 1, or for production boards on any eight holes connected in series by joining conductors. Before testing, the tin-lead plating shall be removed using an appropriate process.

5.8.2 *Méthode*

- a) Mesurer la résistance des trous connectés en série dans les conditions atmosphériques normales en utilisant des sondes et un instrument de mesure adaptés. L'erreur de mesure ne doit pas être supérieure à 5%.

Le courant ne doit pas dépasser 0,1 A afin d'éviter un échauffement appréciable de l'éprouvette.

- b) Cet essai doit être réalisé après préconditionnement, dans un four ventilé, à une température de 125^{+5}_{-0} °C pendant 1 h.

Après préconditionnement, l'éprouvette sera refroidie à une température inférieure ou égale à 35 °C dans les conditions atmosphériques normalisées. La période de refroidissement ne doit pas dépasser 8 h.

On utilise un bain de silicone ou de liquide équivalent convenablement brassé et maintenu à 260^{+5}_{-0} °C pendant tout l'essai.

La température sera mesurée à 25 mm (1 in) en dessous de la surface.

L'éprouvette sera complètement immergée dans le liquide.

Temps d'immersion: 20^{+1}_{-0} s.

Note. — Ceci s'applique uniquement aux matériaux de base verre époxyde. Pour d'autres matériaux, d'autres temps et/ou températures s'appliquent selon accord entre acheteur et fournisseur.

Après l'essai du choc thermique, l'éprouvette sera plongée dans du 1.1.1 trichloréthane ou du trichloréthylène pendant quelques secondes, séchée à l'air comprimé, rincée à l'alcool isopropylique propre et séchée une nouvelle fois à l'air comprimé propre.

- c) Après choc thermique, la résistance doit être mesurée quand l'éprouvette a atteint une température ≤ 35 °C.
- d) Les trous feront l'objet d'une coupe métallographique.

5.8.3 *Exigences*

- a) Pour des cartes de production, l'accroissement permis de la résistance ne doit pas dépasser une valeur fixée entre acheteur et vendeur. Dans ce cas, la résistance des conducteurs reliant les huit trous sera prise en compte.
- b) Pour l'éprouvette D, figure 1, page 36, la résistance des trous en série ne doit pas s'accroître de plus de 20%.
- c) La coupe métallographique des trous ne doit pas montrer de fissures à un examen (sous agrandissement de 250 fois environ).

Note. — La nécessité d'un enregistrement continu de la valeur de la résistance pendant l'essai ainsi que les valeurs limites correspondantes sont à l'étude.

6. **Essais mécaniques**

6.1 *Planéité*

A l'étude.

5.8.2 Procedure

- a) Measure the resistance of the specified number of holes connected in series at standard atmospheric conditions by using suitable probes and a suitable measuring instrument. The measuring error shall be not greater than 5%.

The current shall be not more than 0.1 A to avoid heating the specimen appreciably.

- b) This test shall be performed after preconditioning at a temperature of 125_{-0}^{+5} °C for 1 h in an air circulating oven.

After preconditioning, the specimen is allowed to cool to a temperature not exceeding 35 °C under standard atmospheric conditions. The cooling period shall not exceed 8 h.

A bath of well-stirred silicone or equivalent fluid kept at 260_{-0}^{+1} °C, throughout the test, shall be used.

The temperature shall be measured at 25 mm (1 in) below the surface.

The specimen shall be totally immersed in the fluid.

Time of immersion: 20_{-0}^{+1} s.

Note. — This applies to glass-epoxy base materials only. For other materials, other times and/or other temperatures may apply as agreed between purchaser and supplier.

After the thermal shock test, the specimen shall be immersed in 1.1.1 Trichloroethane or trichloroethylene for a few seconds, blown dry with compressed air, rinsed in clean isopropyl alcohol and again blown dry with clean air.

- c) After the thermal shock, the resistance shall be measured when the specimen has recovered to a temperature of ≤ 35 °C.
- d) The holes shall be microsectioned.

5.8.3 Requirements

- a) For production boards, the increase of resistance shall not exceed a value agreed between purchaser and vendor. In this case, the resistance of the conductors connecting the eight holes shall be considered.
- b) For Specimen D, figure 1, page 36, the resistance of the holes in series shall not increase by more than 20%.
- c) The microsection of the holes shall not show any cracks when examined under a magnification of about 250 times.

Note. — The need for continuous monitoring of the resistance value throughout the test and the corresponding limits are under consideration.

6. Mechanical tests

6.1 Flatness

Under consideration.

6.2 Force d'arrachement des pastilles après plusieurs soudures

6.2.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur quatre trous métallisés quelconques de l'éprouvette F du flan d'essai de type, figure 1, page 36, ou sur quatre trous métallisés adéquats de l'échantillon pour essai des cartes de production (voir annexe A, dessin 2).

6.2.2 Méthode

La méthode d'essai est décrite aux paragraphes 6.2.4.1 et 6.2.5.1 de la Publication 326 de la CEI; aux paragraphes 6.2.2 et 6.2.3, il est donné une description du fer à souder et de la composition de la soudure.

Pour les cartes de classe A, 5 cycles de soudage et de dessoudage doivent être exécutés; pour les cartes de classe B, 3 cycles.

6.2.3 Exigences

La force d'arrachement ne doit pas être inférieure à 90 N (20 lbf) pour les classes A et B.

6.3 Adhérence du revêtement

6.3.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette B du flan d'essai de type, figure 2, page 37, ou sur une carte de production.

6.3.2 Méthode

Voir paragraphe 7.3.1.1 de la Publication 326 de la CEI.

6.3.3 Exigences

Voir paragraphes 7.3.1.2 de la Publication 326 de la CEI.

6.3.4 Aptitude du ruban adhésif

A l'étude.

6.4 Flexion

6.4.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette C du flan d'essai de type, figure 1.

6.4.2 Méthode

La méthode doit être en accord avec la Recommandation ISO R 178 concernant les plastiques, à l'exception de la température, qui doit être de 25 ± 5 °C, l'humidité relative n'étant pas contrôlée.

6.4.3 Exigences

La contrainte de flexion (dans toute direction) ne doit pas être inférieure à :

- Classe A: 27 600 N/cm² (40 000 lbf/in²),
- Classe B: 17 200 N/cm² (25 000 lbf/in²).

6.2 *Pull-off strength of lands after resoldering*

6.2.1 *Specimen*

The test shall be applied to any four plated-through holes on Specimen F, Type test panel, Figure 1, page 36, or to any four suitable plated-through holes of the test coupon of production boards (see Appendix A, pattern 2).

6.2.2 *Procedure*

The method of test is described in Sub-clauses 6.2.4.1 and 6.2.5.1 of IEC Publication 326; in Sub-clauses 6.2.2 and 6.2.3, a description of the soldering tool and of the solder composition is given.

For Class A boards, five cycles of soldering and unsoldering shall be performed; for Class B boards, three cycles.

6.2.3 *Requirements*

The pull-off strength shall not be less than 90 N (20 lbf) for Classes A and B.

6.3 *Adhesion of plating*

6.3.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen B, Type test panel, Figure 2, page 37, or on a production board.

6.3.2 *Procedure*

See Sub-clause 7.3.1.1 of IEC Publication 326.

6.3.3 *Requirements*

See Sub-clause 7.3.1.2 of IEC Publication 326.

6.3.4 *Suitability of the adhesive tape*

Under consideration.

6.4 *Flexural strength*

6.4.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen C, Type test panel, Figure 1.

6.4.2 *Procedure*

The procedure shall be in accordance with ISO Recommendation R 178, Plastics, except that the test shall be carried out at a temperature of $25 \pm 5^\circ\text{C}$, relative humidity uncontrolled.

6.4.3 *Requirements*

The flexural strength (in either direction) shall not be less than:

- Class A: 27 600 N/cm² (40 000 lbf/in²),
- Class B: 17 200 N/cm² (25 000 lbf/in²).

7. Autres essais

7.1 Résistance au choc thermique

7.1.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur le flan complet d'essai de type, figure 1, page 36.

7.1.2 Méthode

Cet essai doit être réalisé après préconditionnement, dans un four ventilé, à une température de 125 ± 5 °C pendant 1 h.

Après préconditionnement, le flan sera refroidi à une température inférieure ou égale à 35 °C dans les conditions atmosphériques normalisées.

La période de refroidissement ne doit pas dépasser 8 h.

On utilise un bain de soudure ou d'huile chaude convenablement brassée à une température de 260 ± 5 °C pendant tout l'essai. La température doit être mesurée à 25 mm (1 in) de la surface.

L'éprouvette doit flotter à la surface du liquide pendant le temps ci-après:

- Classe A: 20 ± 1 s
- Classe B: 10 ± 1 s.

Après l'essai de choc thermique l'éprouvette sera immergée dans du 1.1.1 trichloréthane ou du trichloréthylène pendant quelques secondes, séchée à l'air comprimé, rincée à l'alcool isopropylique propre, et séchée une nouvelle fois à l'air comprimé propre.

Note. — L'immersion dans le 1.1.1 trichloréthane ou le trichloréthylène ne sera faite que lorsque l'éprouvette aura atteint la température ambiante pendant au moins une demi-heure.

Une coupe métallographique sera effectuée sur l'éprouvette.

En cas de litige, le bain d'huile doit être considéré comme méthode de référence.

7.1.3 Exigences

Par examen visuel on ne doit constater ni cloquage, ni délamination.

L'examen de la coupe métallographique se fera à un agrandissement dont le facteur sera à déterminer par accord entre acheteur et vendeur.

Le niveau permis de délamination observé au microscope ne doit pas dépasser celui qui aura été fixé par accord entre acheteur et vendeur.

7.2 Inflammabilité (utilisable seulement pour les matériaux résistant à la flamme)

7.2.1 Epreuve

L'essai doit être effectué sur l'éprouvette E du flan d'essai de type, figure 1.

7.2.2 Méthode

L'essai doit être effectué suivant le paragraphe 4.3 de la Publication 249-1 de la CEI.

7.2.3 Exigences

Classe A et classe B: il ne doit pas y avoir de combustion au-delà des lignes tracées à 25 mm (1 in).

Temps de combustion:

- pour des épaisseurs nominales inférieures ou égales à 0,8 mm (0,032 in): inférieur à 15 s
- pour des épaisseurs nominales supérieures à 0,8 mm (0,032 in): inférieur à 10 s

7. **Other tests**

7.1 *Resistance to thermal shock*

7.1.1 *Specimen*

The test shall be applied on the entire Type test panel, Figure 1, page 36.

7.1.2 *Procedure*

This test shall be performed after preconditioning at a temperature of $125 \pm_0^+5$ °C for 1 h in an air circulating oven.

After preconditioning, the panel is allowed to cool to a temperature not exceeding 35 °C under standard atmospheric conditions.

The cooling period shall not exceed 8 h.

A bath of solder or well-stirred hot oil kept at $260 \pm_0^+5$ °C, throughout the test, shall be used. The temperature shall be measured at 25 mm (1 in) below the surface.

The specimen shall be floated on the surface of the fluid for the time given below:

- Class A: $20 \pm_0^+1$ s
- Class B: $10 \pm_0^+1$ s.

After the thermal shock test, the specimen shall be immersed in 1.1.1 trichloroethane or trichloroethylene for a few seconds, blown dry with compressed air, rinsed in clean isopropyl alcohol and again blown dry with clean air.

Note. — The immersion in 1.1.1 trichloroethane or trichloroethylene should not be carried out before the specimen has been cooled down and kept at room temperature for at least half an hour.

The specimen shall be microsectioned

In case of dispute, the oil bath test shall be the referee method.

7.1.3 *Requirements*

On visual examination, there shall be no evidence of blistering or delamination.

The microsection shall be examined under a microscope, the magnification factor to be agreed between purchaser and vendor.

The degree of delamination observed under the microscope shall not exceed the limits agreed between purchaser and vendor.

7.2 *Flammability (only for flame-retardant materials)*

7.2.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen E, Type test panel, Figure 1.

7.2.2 *Procedure*

The procedure shall be in accordance with Sub-clause 4.3 of IEC Publication 249-1.

7.2.3 *Requirements*

Class A and Class B: No burning beyond the 25 mm (1 in) scribe lines shall occur.

Burning time:

- for nominal thicknesses up to and including 0.8 mm (0.032 in): not more than 15 s
- for nominal thicknesses above 0.8 mm (0.032 in): not more than 10 s

7.3 *Endurance (changement rapide de température)*

7.3.1 *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 de production (voir annexe A, dessin 1).

7.3.2 *Méthode*

Mesurer la continuité du circuit de l'éprouvette d'essai. Soumettre l'éprouvette au cycle de température défini par les recommandations de la Publication 68-2-14 de la CEI, Essai Na: Variations rapides de température, dans les intervalles de température suivants:

- Classe A: $-65\text{ °C} + 125\text{ °C}$
- Classe B: $-55\text{ °C} + 85\text{ °C}$.

Le nombre de cycles sera fixé par accord entre acheteur et vendeur.

7.3.3 *Exigences*

Pour toutes les classes, il n'y aura pas de circuit coupé.

7.4 *Soudabilité*

Note. — Il est proposé de mettre cette méthode d'essai en accord avec celle donnée dans la Publication 68-2-20C de la CEI: Essai Ta: Méthode d'essai de la soudabilité des cartes de circuits imprimés et des stratifiés plaqués métal.

7.4.1 *Eprouvette*

L'éprouvette sera un carré de $30 \pm 1\text{ mm}$ ($1,2 \pm 0,04\text{ in}$) de côté et découpé dans les cartes imprimées multicouches.

Des soins doivent être pris lors de la sélection des échantillons à essayer sur une carte de production. On doit prendre en considération les largeurs de conducteurs, les distances d'isolement, les pastilles, les trous, les freins thermiques. Les éprouvettes doivent exclure les configurations de conducteurs, etc., propres à affecter l'évaluation de la soudabilité.

L'éprouvette doit être choisie afin d'essayer la soudabilité du cuivre et/ou des métaux déposés. Le but n'est pas de prouver si un dessin spécifique de carte peut être soudé.

Si un dessin d'éprouvette est exigé, l'éprouvette D de la figure 1, du flan d'essai de type doit être utilisée.

Note. — Cette éprouvette ne sera pas celle utilisée lors de l'essai de variation de résistance spécifié dans le paragraphe 5.8.

Si possible, les éprouvettes doivent être fabriquées en même temps et dans les mêmes conditions que le lot des cartes imprimées de production.

7.4.2 *Appareil d'essai*

7.4.2.1 *Bain de soudure*

On doit utiliser un bain de soudure convenable dont la profondeur ne soit pas inférieure à 40 mm (1,6 in). Si ce bain est rond, il n'aura pas un diamètre inférieur à 120 mm (4,7 in) et, s'il est rectangulaire, il ne sera pas de dimensions inférieures à 100 mm \times 75 mm (4 in \times 3 in).

7.3 *Endurance (rapid change of temperature)*

7.3.1 *Specimen*

The test shall be applied on Specimen G, Type test panel, Figure 1, page 36, or on the production test coupon (see Appendix A, pattern 1).

7.3.2 *Procedure*

The continuity of the pattern on the test specimen shall be measured. The specimen shall be subjected to temperature cycling in accordance with the recommendation of IEC Publication 68-2-14, Test Na: Rapid Change of Temperature, between the following temperatures:

- Class A: $-65\text{ }^{\circ}\text{C} + 125\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Class B: $-55\text{ }^{\circ}\text{C} + 85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The number of cycles shall be agreed upon between purchaser and vendor.

7.3.3 *Requirements*

For all classes, there shall be no discontinuity.

7.4 *Solderability*

Note. — It is intended to bring the method of test in line with that given in IEC Publication 68-2-20C, Test Ta: Method for Testing the Solderability of Printed Wiring Boards and Metal-clad Base Laminates.

7.4.1 *Specimen*

The specimen shall be a square of side 30 ± 1 mm (1.2 ± 0.04 in) and cut from multilayer boards.

Care shall be taken when selecting the specimen to be tested on a production board. The conductor widths, insulation gaps, lands, holes and thermal shunt effects should be considered. The test specimen shall exclude conductor configurations, etc., likely to affect the assessment of solderability.

The specimen shall be selected to test the solderability of the copper and/or deposited metals. It is not the intention to prove whether a specific design of board will solder.

If a test pattern is required, Specimen D of Figure 1, Type test panel, shall be used.

Note. — This shall not be the same specimen that is used for testing change in resistance as specified in Sub-clause 5.8.

If possible, the test specimens should be manufactured at the same time and under the same conditions as the production batch of the printed boards.

7.4.2 *Test apparatus*

7.4.2.1 *Solder bath*

A suitable solder bath not less than 40 mm (1.6 in) in depth shall be used. If round, the bath shall be not less than 120 mm (4.7 in) in diameter, and if rectangular, not smaller than 100 mm \times 75 mm (4 in \times 3 in).

7.4.2.2 *Convoyeur des éprouvettes*

Un système mécanique est nécessaire pour convoier les éprouvettes à des vitesses constantes, la face à essayer vers le bas, par un mouvement ininterrompu circulairement autour d'un axe horizontal, de telle manière que la face à essayer fasse contact avec la soudure en fusion. Le rayon de rotation doit passer au centre de la face de l'éprouvette, perpendiculairement à celle-ci, et la distance entre la face à essayer et l'axe de rotation doit être de 100 ± 5 mm ($4 \pm 0,2$ in).

La gamme de vitesses de rotation devra être telle que des temps de contact entre éprouvette et soudure (définis au paragraphe 7.4.2.4) de 1 s à 8 s puissent être obtenus.

La profondeur d'immersion de la face à essayer dans la soudure en fusion n'excédera pas l'épaisseur de la carte lorsque celle-ci est en position horizontale. Il est important de s'assurer que la soudure ne déborde pas sur la face supérieure de l'éprouvette. Il est d'ailleurs permis d'utiliser un porte-éprouvette spécial, comprenant un cadre, afin d'éviter cette éventualité.

7.4.2.3 *Porte-éprouvette*

Le porte-éprouvette sera de conception telle qu'il maintienne l'éprouvette, comme prévu ci-dessus, et qu'il satisfasse aux exigences suivantes (un appareillage adéquat est décrit figure 9, page 44).

- a) La longueur de la face exposée de l'éprouvette dans la direction du mouvement sera de 25 ± 1 mm ($1 \pm 0,4$ in).
- b) Les parties du porte-éprouvette comprenant les ressorts de maintien (si le porte-éprouvette en comprend) qui sont en contact avec l'éprouvette et/ou la soudure doivent avoir une capacité et une conductivité thermiques basses pour satisfaire aux exigences de température du paragraphe 7.4.3.

7.4.2.4 *Méthode de mesure du temps*

Le temps de contact entre un point de la face à essayer de l'éprouvette et la soudure en fusion doit être déterminé à l'aide d'une minuterie actionnée par le contact électrique de l'aiguille avec le bain de soudure. L'extrémité de l'aiguille doit être placée à côté de l'éprouvette et sur le même axe et le même rayon de rotation que le centre de la face à essayer de l'éprouvette. L'aiguille doit être maintenue propre; elle doit être isolée du porte-éprouvette qui la porte.

7.4.2.5 *Bande pour nettoyer la soudure*

Une bande de 50 mm (2 in) de large en PTFE sera montée sur l'appareil d'essai, de manière qu'elle précède immédiatement l'éprouvette à essayer pendant le cycle d'essai, afin d'enlever les résidus de flux ou d'oxyde de la surface de soudure, avant que l'éprouvette soit amenée.

7.4.3 *Soudure*

Le bain devra contenir la soudure spécifiée dans l'annexe B de l'essai T: Soudure, de la Publication 68 de la CEI, et la température de la soudure dans le bain immédiatement avant l'essai sera de 235 ± 5 °C, sauf accord contraire entre acheteur et vendeur.

7.4.4 *Flux*

7.4.4.1 Le flux comprendra 25% en poids de colophane dans 75% en poids d'alcool isopropylique, tous deux spécifiés dans l'annexe C de l'essai T: Soudure, de la Publication 68-2-20 de la CEI.

7.4.4.2 Si ce flux non activé n'est pas approprié, on peut utiliser le flux activé suivant, en accord entre acheteur et vendeur, à la place du flux spécifié ci-dessus: 25% en poids de colophane dans

7.4.2.2 *Conveyor of specimen*

A mechanical device is required that will convey the specimen with uninterrupted movement at a range of constant speeds with test face downwards, in a circular path about a horizontal axis, so that the test face makes contact with the molten solder. The radius of rotation shall pass through the centre of the face of the specimen at right angles and the distance between the test face and the axis of rotation shall be 100 ± 5 mm (4 ± 0.2 in).

The range of speeds of rotation shall be such that times of contact between specimen and solder (as defined in Sub-clause 7.4.2.4) within the range 1 s to 8 s can be obtained.

The depth of immersion of the test face in the molten solder shall not exceed the board thickness when the board is in the horizontal position. It is important to ensure that solder does not flow over the upper face of the specimen. It is therefore permitted to use a special specimen holder incorporating a frame to prevent this happening.

7.4.2.3 *Specimen holder*

The specimen holder shall be of any design provided that it holds the specimen as described above and satisfies the following requirements (a suitable apparatus is shown in Figure 9, page 44).

- a) The exposed length of specimen test face in the direction of travel shall be 25 ± 1 mm (1 ± 0.04 in).
- b) Those parts of the holder including the retaining spring (if fitted) which come into contact with the specimen and/or the solder should have low thermal capacity and conductivity in order to comply with the temperature requirements of Sub-clause 7.4.3.

7.4.2.4 *Timing device*

The time of contact between any point of the test face of the specimen and the molten solder shall be determined by a timer activated by the electrical contact of the needle with the molten solder. The tip of the needle shall be located adjacent to the specimen and it shall be on the same axis and radius of rotation as the centre of the test face of the specimen. The needle shall be kept clean. It shall be insulated from the specimen holder which carries it.

7.4.2.5 *Solder cleaning strip*

A strip of 50 mm (2 in) wide PTFE shall be mounted on the test apparatus in such a way that it immediately precedes the test specimen in the test cycle in order to remove oxide or flux residue from the solder surface before the specimen is introduced.

7.4.3 *Solder*

The bath shall contain solder as specified in Appendix B of Test T: Solderability, of IEC Publication 68, and the temperature of the solder in the bath immediately prior to the test shall be $235 \pm_0^5$ °C, unless otherwise agreed between purchaser and vendor.

7.4.4 *Flux*

7.4.4.1 The flux shall consist of 25% by weight of colophony in 75% by weight of isopropyl alcohol, both as specified in Appendix C of Test T: Soldering, of IEC Publication 68-2-20.

7.4.4.2 Where a non-activated flux is not appropriate, the following activated flux may be used, by agreement between purchaser and vendor, in place of that specified above: 25% by weight of

75% en poids d'alcool isopropylique avec addition de chlorure de diéthylammonium (grade réactif analytique), dans une proportion de 0,5% de chlorure (exprimé en chlore libre) du contenu de colophane.

7.4.5 *Méthode d'essai*

7.4.5.1 *Vieillessement accéléré*

A l'étude.

7.4.5.2 *Nettoyage, fluxage et soudage*

Généralités

Les éprouvettes doivent être traitées avec soin afin de minimiser l'oxydation et la contamination des surfaces à essayer. A moins que des précautions spéciales ne soient prises par les fabricants, les cartes devront être nettoyées avant l'essai de soudabilité.

7.4.5.2.1 *Nettoyage*

a) *Cartes imprimées non protégées par un dépôt électrolytique*

Les éprouvettes seront dégraissées par immersion dans un solvant organique neutre à la température ambiante, séchées, immergées pendant 15 s dans une solution de HCl (une partie HCl de masse volumique 1 180 kg/m³ et quatre parts d'eau en volume), rincées dans de l'eau désionisée et séchées à l'air chaud.

b) *Cartes imprimées avec conducteurs et trous protégés par un dépôt électrolytique*

Les éprouvettes seront dégraissées par immersion dans un solvant organique neutre à la température ambiante.

7.4.5.2.2 *Fluxage*

Les éprouvettes seront alors fluxées en les immergeant dans le flux décrit dans la Publication 68-2-20 de la CEI — Essai T: Soudure. Le flux en excédent sera éventuellement retiré en maintenant les éprouvettes dans un plan vertical pendant 5 min, le flux devant être poisseux en fin d'opération.

L'éprouvette sera alors fixée à l'appareil d'essai et le cycle de soudage sera commencé.

7.4.5.2.3 *Soudage*

Les éprouvettes seront essayées en conformité avec la Publication 68-2-20 de la CEI — Essai T: Soudure.

7.4.5.3 *Contrôle*

A la fin du cycle de soudage, les résidus de flux seront enlevés avec un solvant adapté. Le contrôle sera effectué sous une lumière adéquate à l'aide d'un système optique capable de donner un grossissement n'excédant pas 10.

Voir l'illustration des surfaces soudées à la figure 10, page 45.

7.4.6 *Exigences*

7.4.6.1 *Temps de mouillage et de démouillage*

Les temps de mouillage et de démouillage sont uniquement applicables aux cartes à trous métallisés et aux épaisseurs nominales inférieures et égales à 1,6 mm avec des épaisseurs de cuivre jusqu'à et y compris 70 µm.

colophony in 75% by weight of isopropyl alcohol with the addition of diethylammonium chloride (analytical reagent grade) to an amount of 0.5% chloride (expressed as free chlorine) based on the colophony content.

7.4.5 *Test procedure*

7.4.5.1 *Accelerated ageing*

Under consideration.

7.4.5.2 *Cleaning, fluxing and soldering*

General

Care shall be taken when handling the specimen to keep oxidation and contamination of the surfaces to be tested to a minimum. Unless special precautions are taken by the manufacturers, the boards shall be cleaned prior to solderability testing.

7.4.5.2.1 *Cleaning*

a) *Printed boards not protected by a plated deposit*

The specimens shall be degreased by immersion in a neutral organic solvent at room temperature, dried, immersed for 15 s in a solution of HCl (1 part HCl of density 1 180 kg/m³ and 4 parts water by volume), then rinsed in deionized water and dried in hot air.

b) *Printed boards having conductors and holes protected by a plated deposit*

The specimens shall be degreased by immersion in a neutral organic solvent at room temperature.

7.4.5.2.2 *Fluxing*

The specimen shall then be fluxed by dipping in the relevant flux as stated in IEC Publication 68-2-20, Test T: Soldering. Excess flux may be allowed to drain off with the specimen in a vertical plane for 5 min, the flux being left tacky.

The specimen shall then be fixed to the test apparatus and the soldering cycle commenced.

7.4.5.2.3 *Soldering*

The specimens shall be tested in accordance with IEC Publication 68-2-20: Test T: Soldering

7.4.5.3 *Inspection*

At the end of the soldering cycle, flux residue shall be removed with a suitable solvent. Inspection shall be carried out under adequate light with the assistance of a magnifier capable of giving magnification not exceeding 10.

For illustrations of soldered surfaces, see Figure 10, page 45.

7.4.6 *Requirements*

7.4.6.1 *Wetting and dewetting times*

The following wetting and dewetting times apply only to boards with plated-through holes and nominal thicknesses up to and including 1.6 mm with copper thicknesses up to and including 70 µm.

i) *Mouillage*

Les éprouvettes d'essai doivent avoir été mouillées en 3 s et être conformes au paragraphe 7.4.6.2.

ii) *Démouillage*

Les éprouvettes d'essai doivent rester en contact avec la soudure en fusion pendant $5 \pm_0^1$ s et être conformes au paragraphe 7.4.6.2.

Note. — Pour des épaisseurs plus importantes de cuivre et/ou de stratifié, les temps de mouillage et de démouillage sont à l'étude.

7.4.6.2 *Aspect de la surface soudée*

Cartes ayant des trous métallisés

- 1) Les trous doivent être remplis avec la soudure et peuvent avoir la surface métallique supérieure mouillée, ou
- 2) La soudure dans les trous doit présenter une dépression (avec un angle de contact inférieur à 90°) sur le côté supérieur de l'éprouvette (voir figure 11, page 46), ou
- 3) Si la soudure dans les trous n'a pas un volume résiduel suffisant pour remplir complètement le trou, les parois des trous doivent être exemptes de surface non mouillée et présenter une couche de soudure lisse et continue.

7.5 *Coupe micrographique*

L'examen de photographies de coupes micrographiques peut être utilisé comme information supplémentaire lors du contrôle des cartes imprimées multicouches. Cet examen cependant ne doit être considéré que comme une information supplémentaire du fait de la relative subjectivité de l'examen.

8. **Programme d'essai**

8.1 *Introduction*

Pour satisfaire aux exigences requises pour les cartes multicouches, il est nécessaire de s'écarter des séquences d'essai de la Publication 326, article 8. Le tableau II reprend le programme approprié donnant les essais à appliquer et les éprouvettes recommandées.

8.2 *Flans d'essais*

Quand l'essai de type est appliqué à des flans d'essai comme représenté dans la figure 1, page 36, un total de huit flans est nécessaire.

L'examen général des dimensions et la mesure de la planéité doivent être appliqués à tous les flans.

Les flans seront alors divisés en trois groupes:

- Groupe I = quatre flans
- Groupes II et III = deux flans chacun.

Les flans des groupes I et II seront alors découpés en éprouvettes individuelles.

Dans le tableau, les essais à réaliser sont désignés par le signe ×.

Chaque éprouvette individuelle ne sera pas utilisée pour plus d'un essai.

i) *Wetting*

The test specimens shall have been wetted within 3 s and conform to Sub-clause 7.4.6.2.

ii) *Dewetting*

The test specimens shall remain in contact with molten solder for $5 \pm 1_0$ s and conform to Sub-clause 7.4.6.2.

Note. — For greater thicknesses of copper and/or laminate, the wetting and dewetting times are under consideration.

7.4.6.2 *Appearance of soldered surface*

Plated-through hole boards

- 1) The holes shall be filled with solder and may have the top metal surface wetted, or
- 2) The solder in the holes shall have a depression (i.e. with a contact angle less than 90°) on the top side of the specimen (see Figure 11, page 46), or
- 3) If the solder in the holes does not have sufficient residual volume to fill the hole completely, the walls of the holes shall be free from unwetted areas and shall show a smooth continuous solder coating.

7.5 *Microsectioning*

Evaluation of properly prepared photo micrographs can be used as additional information in comparatively inspecting multilayer board specimens. It should, however, be considered only as supplemental information since this examination is subjective.

8. **Test schedule**

8.1 *Introduction*

The requirements of multilayer boards make it necessary to deviate from the test sequences in Publication 326, Clause 8. An appropriate schedule showing the tests to be applied and the recommended test specimens is given in Table II.

8.2 *Test panels*

When type testing is carried out on test panels as shown in Figure 1, page 36, a total number of 8 panels will be required.

The general and dimensional examination and flatness measurement shall be performed on all panels.

The panels will then be subdivided into three groups:

- Group I containing 4 panels,
- Group II and III containing 2 panels each.

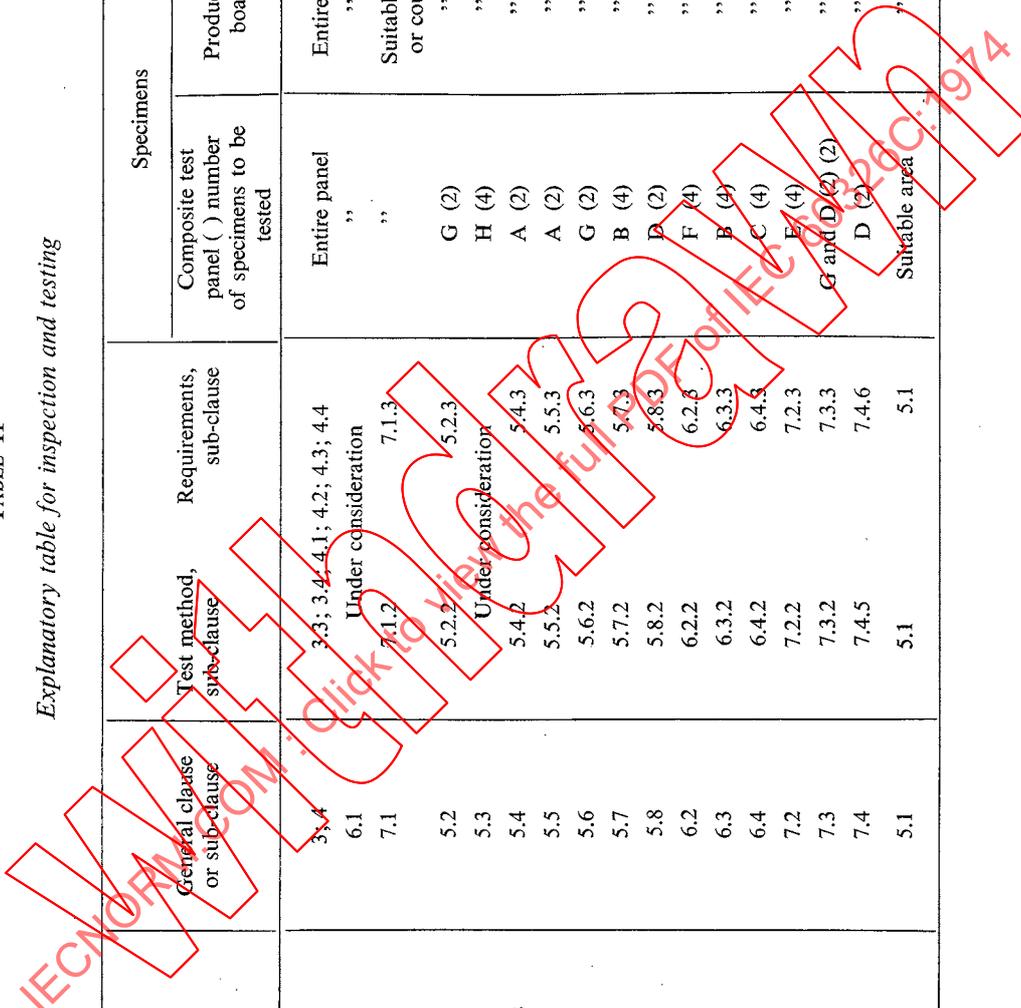
The panels of Groups I and III are then cut into the individual specimens.

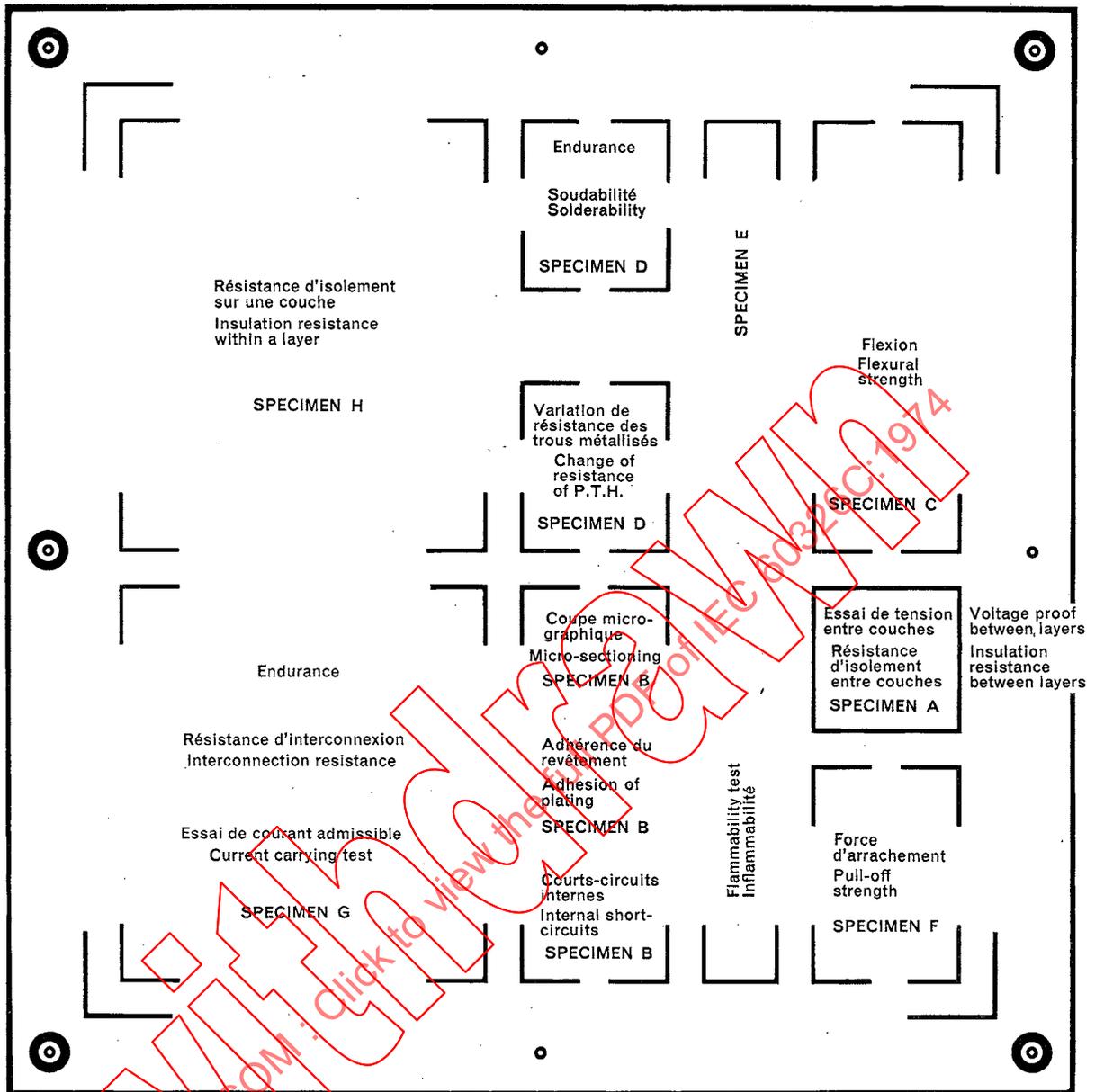
The tests to be carried out are indicated by an \times in the table.

An individual specimen shall not be used for more than one test.

TABLE II
Explanatory table for inspection and testing

	General clause or sub-clause	Test method, sub-clause	Requirements, sub-clause	Specimens		Test and panels required for type testing		
				Composite test panel () number of specimens to be tested	Production board	Grp. I 4 panels	Grp. II 2 panels	Grp. III 2 panels
General examination	3, 4	3, 3; 3, 4; 4, 1; 4, 2; 4, 3; 4, 4		Entire panel	Entire board	×	×	×
Flatness	6.1	Under consideration		"	"	×	×	×
Resistance to thermal shock	7.1	7.1.2	7.1.3	"	Suitable area or coupon	—	—	—
Interconnection resistance	5.2	5.2.2	5.2.3	G (2)	"	×	—	—
Insulation resistance within a layer	5.3	Under consideration		H (4)	"	×	—	—
Insulation resistance between layers	5.4	5.4.2	5.4.3	A (2)	"	×	—	—
Voltage proof between layers	5.5	5.5.2	5.5.3	A (2)	"	×	—	—
Current-carrying test	5.6	5.6.2	5.6.3	G (2)	"	×	—	—
Internal short-circuits	5.7	5.7.2	5.7.3	B (4)	"	×	—	—
Change in resistance of P.T.H.	5.8	5.8.2	5.8.3	D (2)	"	×	—	—
Pull-off strength	6.2	6.2.2	6.2.3	F (4)	"	×	—	—
Adhesion of plating	6.3	6.3.2	6.3.3	B (4)	"	×	—	—
Flexural strength	6.4	6.4.2	6.4.3	C (4)	"	×	—	—
Flammability	7.2	7.2.2	7.2.3	E (4)	"	×	—	—
Endurance	7.3	7.3.2	7.3.3	G and D (2) (2)	"	—	—	×
Solderability	7.4	7.4.5	7.4.6	D (2)	"	×	—	—
Conductor resistance (optional)	5.1	5.1	5.1	Suitable area	"	—	—	×





203/74

Notes

1. Les caractéristiques générales de l'éprouvette d'essai de type sont indiquées au paragraphe 4.2.1.2.
2. Toutes les dimensions des éprouvettes d'essai sont données en mm avec l'équivalence en inches entre parenthèses. Les dimensions en inches sont les dimensions originales.
3. Matériaux de base de 0,2 mm (0,008 in) d'épaisseur, sauf indication contraire.
4. Le diamètre des trous d'interconnexion est de 1 mm (0,04 in) sauf indication contraire.
5. Tous les conducteurs sont de $0,5 \pm 0,08$ mm ($0,02 \pm 0,003$ in) de largeur, sauf indication contraire.
6. Toutes les pastilles sont de $1,8 \pm 0,13$ mm ($0,07 \pm 0,005$ in) de diamètre.
7. Tous les trous sont situés sur une grille au pas de 0,635 mm (0,025 in).

Notes

1. For general parameters of composite panel, see Sub-clause 4.2.1.2.
2. Dimensions on all test patterns are in millimeters with equivalent inch dimensions bracketed. The inch dimensions are original.
3. Base material 0.20 mm (0.008 in) thick, unless otherwise specified.
4. Diameter of interconnection hole to be 1 mm (0.04 in) unless otherwise specified.
5. All conductors 0.5 ± 0.08 mm (0.02 ± 0.003 in) wide, unless otherwise specified.
6. All lands 1.8 ± 0.13 mm (0.07 ± 0.005 in) diameter.
7. All holes are located on a 0.635 mm (0.025 in) grid.

FIG. 1. — Flan composé, position des dessins d'éprouvettes.
Composite panel, test pattern locations.

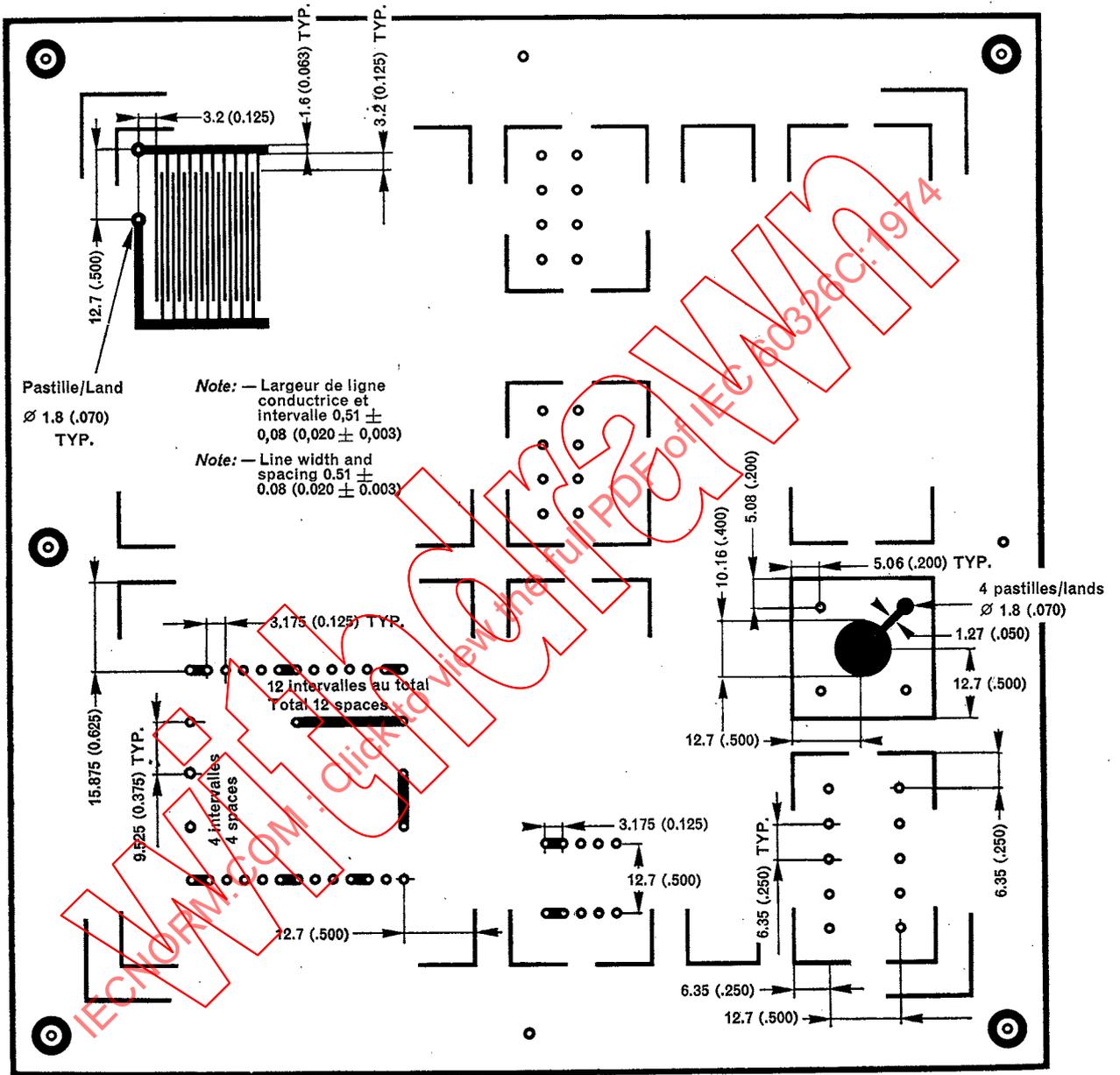
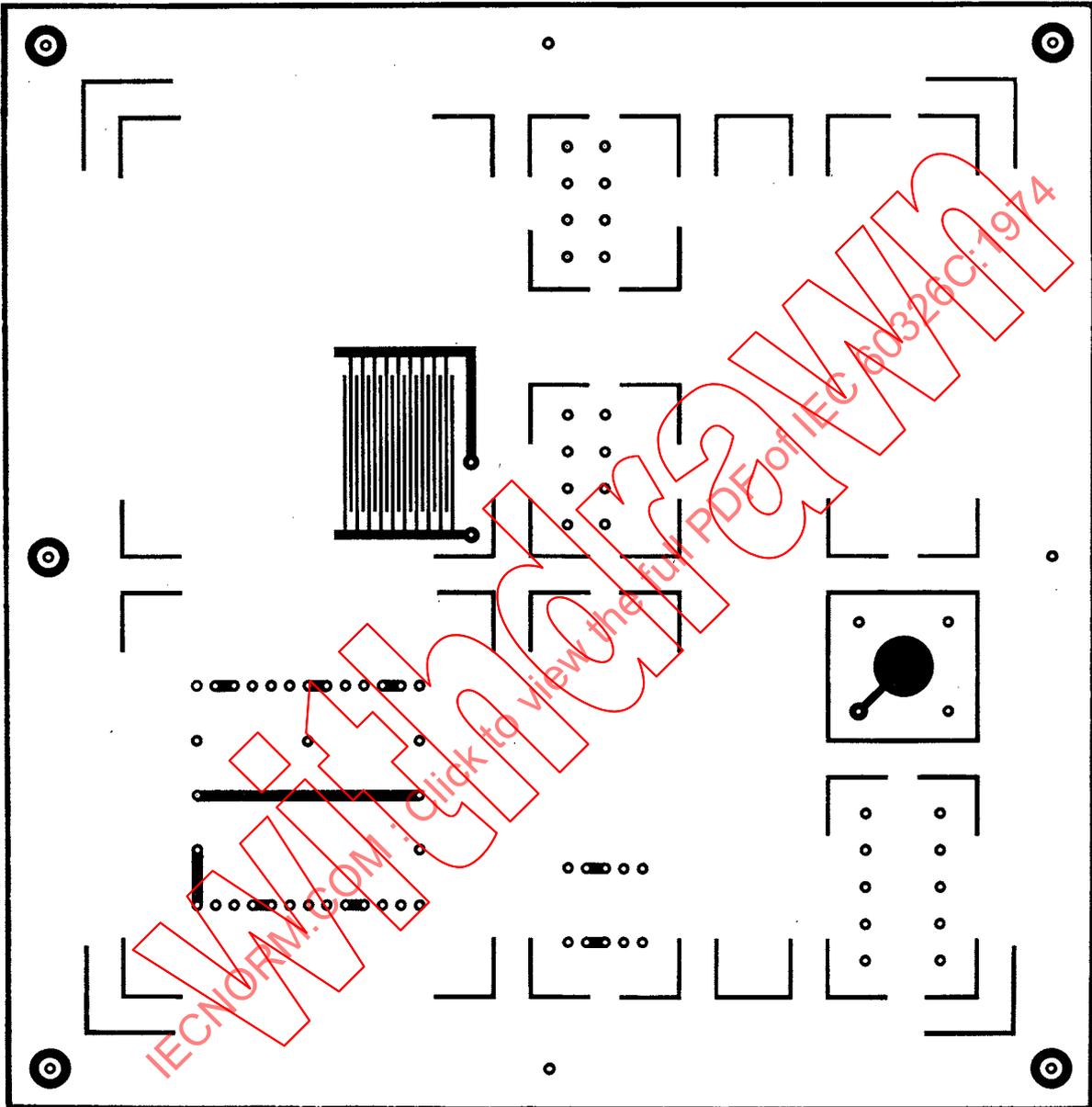


FIG. 3. — Couche 1.
 Layer 1.



206174

FIG. 4. — Couche 2.
Layer 2.