

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 326

Première édition — First edition

1970

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

**General requirements and measuring methods for
printed wiring boards**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Withdrawn

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

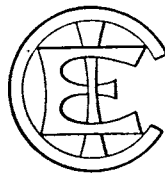
Publication 326

Première édition — First edition

1970

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

**General requirements and measuring methods for
printed wiring 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

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Généralités	6
3.1 Conditions atmosphériques normales d'essai	6
3.2 Mise en œuvre	6
3.3 Examen général	6
4. Dimensions	8
4.1 Epaisseur de la plaque	8
4.2 Dimensions des trous	8
4.3 Découpes de positionnement – Encoches	10
4.4 Position de l'impression et des trous	10
4.5 Dimensions des conducteurs	12
5. Essais électriques	14
5.1 Résistance des conducteurs	14
5.2 Intensité admissible	16
5.3 Epreuve de tension entre conducteurs	16
5.4 Résistance d'isolement	16
5.5 Dérive de capacité	18
6. Essais mécaniques	18
6.1 Force d'adhérence des conducteurs	18
6.2 Force d'arrachement des pastilles	20
6.3 Planéité	24
7. Autres essais	24
7.1 Conditions de surface pour les contacts de connecteurs et de commutateurs	24
7.2 Essai de soudure (temps de mouillage)	24
7.3 Revêtement des conducteurs	24
8. Séquence d'essais	26
8.1 Toutes les plaques essayées	28
8.2 Groupe 1	28
8.3 Groupe 2 – Séquence d'essais climatiques	28
8.4 Groupe 3 – Essai C – Chaleur humide (essai continu)	30
FIGURES	33
ANNEXE A – Guide d'étude	36
FIGURES	38
ANNEXE B – Figure 7 – Tension nominale en fonction de l'espacement entre conducteurs	40
ANNEXE C – Information complémentaire au paragraphe 5.4 – Résistance d'isolement	42
ANNEXE D – Essais de porosité des revêtements	44
1. Essai d'exposition au gaz	44
2. Essais électrographiques	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General	7
3.1 Standard atmospheric conditions for testing	7
3.2 Workmanship	7
3.3 General examination	7
4. Dimensions	9
4.1 Board thickness	9
4.2 Dimensions of holes	9
4.3 Slots and notches	11
4.4 Position of pattern and holes	11
4.5 Conductor dimensions	13
5. Electrical tests	15
5.1 Resistance of conductors	15
5.2 Current-carrying capacity	17
5.3 Voltage proof between conductors	17
5.4 Insulation resistance	17
5.5 Frequency drift	19
6. Mechanical tests	19
6.1 Peel strength of conductors	19
6.2 Pull-off strength of lands	21
6.3 Flatness	25
7. Other tests	25
7.1 Surface conditions for connector and switch contacts	25
7.2 Solder test (wetting time)	25
7.3 Plating of conductors	25
8. Test sequences	27
8.1 All test boards	29
8.2 Group 1	29
8.3 Group 2 – Climatic test sequence	29
8.4 Group 3 – Test C – Damp heat (steady state)	31
FIGURES	33
APPENDIX A – Design guide	37
FIGURES	38
APPENDIX B – Figure 7 – Rated voltage against the gap between conductors	40
APPENDIX C – Information additional to Sub-clause 5.4 – Insulation resistance	43
APPENDIX D – Tests for porosity of plating	45
1. Gas exposure test	45
2. Electrographic tests	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXIGENCES ET MÉTHODES DE MESURE GÉNÉRALES CONCERNANT
LES CARTES DE CÂBLAGES IMPRIMÉS**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Londres en 1961, à Eindhoven en 1962, à Aix-les-Bains en 1964 et à Tokyo en 1965. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1967. Ce projet fut discuté lors de la réunion tenue à Milan en 1967, à la suite de laquelle des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mai 1968.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud
Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Canada
Corée (République de)
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Iran
Israël

Italie
Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes
Soviétiques
Yougoslavie

Un aspect particulier du projet fut examiné lors de la réunion tenue à Paris en 1969 concernant l'introduction du paragraphe 5.5 traitant de la dérive de capacité. Des projets de ce paragraphe furent discutés lors des réunions tenues à Tokyo en 1965, à Hambourg en 1966 et à Milan en 1967. Un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mai 1968. Tous les pays mentionnés ci-dessus, à l'exception de la France, l'Iran, la Roumanie et la Yougoslavie, ont voté explicitement en faveur de ce paragraphe. Il fut alors confirmé que ce paragraphe serait inclus dans la publication.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS FOR
PRINTED WIRING 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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

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

Drafts were discussed at the meetings held in London in 1961, in Eindhoven in 1962, in Aix-les-Bains in 1964 and in Tokyo in 1965. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1967. This draft was discussed at the meeting held in Milan in 1967, as a result of which amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in May 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Iran	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

A particular aspect of the draft was considered during the meeting held in Paris in 1969, concerning the inclusion of a Sub-clause 5.5 dealing with frequency drift. Drafts of this sub-clause had been discussed at the meetings held in Tokyo in 1965, in Hamburg in 1966 and in Milan in 1967. A final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1968. The above-listed countries, except France, Iran, Romania and Yugoslavia, voted explicitly in favour of the sub-clause. It was then confirmed that the sub-clause should be incorporated in this Publication.

EXIGENCES ET MÉTHODES DE MESURE GÉNÉRALES CONCERNANT LES CARTES DE CÂBLAGES IMPRIMÉS

La présente publication doit être utilisée conjointement avec les publications suivantes 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
- 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: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés.

1. **Domaine d'application**

La présente recommandation est relative aux cartes de câblages imprimés, 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. Les circuits flexibles et les cartes multicouches ne font pas partie de cette recommandation.

2. **Objet**

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

3. **Généralités**

3.1 *Conditions atmosphériques normales d'essai*

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

Avant les mesures, les échantillons doivent être conditionnés dans les conditions atmosphériques normales d'essai pendant 24 h. La température ambiante et l'humidité relative dans lesquelles les mesures sont effectuées doivent être notées dans le rapport.

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

3.2 *Mise en œuvre*

Le matériau de base recouvert de métal doit être traité de manière convenable et avec soin, en conformité avec la bonne pratique courante.

3.3 *Examen général*

3.3.1 La carte imprimée doit être conforme à son dessin modèle, et à cette spécification. Lorsqu'il existe une différence entre les deux, le dessin modèle est prépondérant.

3.3.2 Il ne doit y avoir aucun défaut détecté par une inspection visuelle. L'inspection visuelle doit employer un grossissement optique (environ $\times 3$), et si possible la lumière diffusée (voir également le paragraphe 4.5.2.3).

GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS FOR PRINTED WIRING BOARDS

This publication shall be used in conjunction with the following IEC Publications:

- 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.
- 194, Terms and Definitions for Printed Circuits.
- 243, Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 249, Metal-clad Base Materials for Printed Circuits.

1. Scope

This Recommendation relates to printed wiring 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. Flexible and multilayer boards are excluded from this Recommendation.

2. Object

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

3. General

3.1 *Standard atmospheric conditions for testing*

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

Before the measurements are made, the specimens shall be preconditioned for 24 h under standard atmospheric conditions for testing. The ambient temperature and the relative humidity at which the measurements are made shall be stated in the report.

Note. — In cases of dispute between purchaser and vendor about test results, the tests shall be carried out at one of the “reference conditions” of IEC Publication 68.

3.2 *Workmanship*

The metal-clad base material shall be processed in a careful and workmanlike manner, in accordance with good current practice.

3.3 *General examination*

3.3.1 The printed wiring board shall conform to its drawing and to this specification. When a difference exists between these two, the drawing shall prevail.

3.3.2 There shall be no defects as determined by visual examination. The visual examination shall employ optical magnification (about $\times 3$) and where possible transmitted light (see also Sub-clause 4.5.2.3).

4. Dimensions

4.1 Épaisseur de la plaque

Les épaisseurs de plaques normales sont:

mm 0,2	0,5	0,8	(1,0)	(1,2)	1,6	(2,0)
in 0,008	0,020	0,031	(0,039)	(0,047)	0,063	(0,079)
mm 2,4	3,2	6,4				
in 0,094	0,125	0,250				

Les valeurs entre parenthèses sont des valeurs non préférentielles.

Pour chaque carte individuelle, les écarts doivent être tels que spécifiés par le dessin applicable. (Les écarts sur l'épaisseur des matériaux de base recouverts de métal sont donnés dans les spécifications CEI applicables.)

4.2 Dimensions des trous

4.2.1 Trous non métallisés

Les diamètres nominaux suivants et leurs écarts maximaux par rapport au nominal sont recommandés:

Diamètre nominal du trou		Écarts maximaux pour trous non métallisés	
mm	in	± mm	± in
0,40	0,016	0,05	0,002
0,50	0,020	0,05	0,002
0,60	0,024	0,05	0,002
0,80	0,031	0,05	0,002
1,00	0,039	0,10	0,004
1,30	0,051	0,10	0,004
1,60	0,063	0,10	0,004
2,00	0,079	0,10	0,004

4.2.2 Trous métallisés

En l'absence d'exigences plus détaillées concernant les trous métallisés*, on doit appliquer ce qui suit:

Les épaisseurs de métallisation ne sont spécifiées qu'à titre de minimum, des écarts de $-0 \pm 100\%$ étant généralement acceptés.

* Ces exigences sont à l'étude.

4. Dimensions

4.1 Board thickness

The nominal board thicknesses are:

mm	0.2	0.5	0.8	(1.0)	(1.2)	1.6	(2.0)
in	0.008	0.020	0.031	(0.039)	(0.047)	0.063	(0.079)

mm	2.4	3.2	6.4
in	0.094	0.125	0.250

The values in brackets are non-preferred values.

For each individual board, the deviations shall be as specified by the relevant drawing. (Deviations on the thickness of metal-clad base materials are given in the relevant IEC specifications.)

4.2 Dimensions of holes

4.2.1 Plain holes

The following nominal hole diameters and deviations from nominal are recommended:

Nominal hole diameter		Deviations for plain holes	
mm	in	± mm	± in
0.40	0.016	0.05	0.002
0.50	0.020	0.05	0.002
0.60	0.024	0.05	0.002
0.80	0.031	0.05	0.002
1.00	0.039	0.10	0.004
1.30	0.051	0.10	0.004
1.60	0.063	0.10	0.004
2.00	0.079	0.10	0.004

4.2.2 Plated-through holes

In the absence of more detailed requirements for plated-through holes*, the following shall apply:

Plating thicknesses are specified as minima only, deviations of $-0 + 100\%$ being generally accepted.

* These requirements are under consideration.

Le diamètre maximal pour les trous métallisés doit être déterminé suivant la formule ci-après :

$$D_{\max} = D_{\min} + 2 T_{\min} + \Delta H$$

où :

$D_{\max}$ = diamètre maximal du trou métallisé

$D_{\min}$ = dimension minimale du trou métallisé
(La dimension minimale du trou métallisé doit être la même que celle du trou non métallisé, calculée à partir des valeurs données au paragraphe 4.2.1)

$T_{\min}$ = épaisseur minimale de métallisation

ΔH = variation totale du diamètre du trou percé (voir paragraphe 4.2.1)

4.3 Découpes de positionnement – Encoches (utilisées pour le positionnement)

Pour les découpes de positionnement non métallisées et les encoches, etc., des écarts de $\pm 0,1$ mm (0,004 in) sont recommandés pour la longueur et pour la largeur.

4.4 Position de l'impression et des trous

4.4.1 Système de référence

De manière à contrôler la position de l'impression et des trous, on utilise un système de deux axes de référence perpendiculaires. La méthode permettant d'établir ces deux axes doit être donnée dans la spécification applicable. Un exemple est donné dans la figure 1, page 33.

4.4.2 Ecart

La spécification particulière doit indiquer, pour chacun des paragraphes suivants, les écarts applicables :

4.4.2.1 Tolérance de position des centres de trous

La tolérance de position spécifie le rayon d'un cylindre dont l'axe est à la position spécifiée pour le trou — le centre du trou réel devant être à l'intérieur de ce cylindre.

La tolérance de position doit être choisie dans le tableau suivant :

Tolérances de position

Classe de tolérance	Distance entre la position spécifiée pour le trou et les axes de référence	
	Jusqu'à et y compris 150 mm (6 in)	Au-dessus de 150 mm (6 in)
Serrée	0,05 mm (0,002 in)	0,10 mm (0,004 in)
Normale	0,10 mm (0,004 in)	0,20 mm (0,008 in)
Large	0,20 mm (0,008 in)	0,40 mm (0,016 in)

Note. — Si la distance entre la position spécifiée pour le trou et l'axe de référence est de 150 mm (6 in) ou moins dans une direction et de plus de 150 mm dans l'autre direction, la plus grande valeur de la tolérance de position est applicable.

4.4.2.2 Distance entre trous

L'écart, tolérance rectangulaire, sur la distance entre deux trous quelconques doit être 1,4 fois la tolérance de position donnée dans le paragraphe 4.4.2.1.

Pour des cas particuliers, où la distance entre quelques trous déterminés est exigée avec des tolérances plus serrées, les écarts suivants sur ces distances peuvent être choisis parmi les valeurs suivantes :

The maximum diameter for plated-through holes shall be determined according to the following formula:

$$D_{\max} = D_{\min} + 2 T_{\min} + \Delta H$$

where:

$D_{\max}$ = maximum diameter of plated-through hole

$D_{\min}$ = minimum diameter of plated-through hole
(The minimum plated hole size shall be the same as the minimum plain hole size calculated from the values given in Sub-clause 4.2.1)

$T_{\min}$ = minimum plating thickness

ΔH = total variation of diameter of drilled hole (see Sub-clause 4.2.1)

4.3 Slots and notches (used for location purposes)

For plain slots, notches, etc., deviations of ± 0.1 mm (0.004 in) are recommended for length and width.

4.4 Position of pattern and holes

4.4.1 Datum features

In order to check the position of pattern and holes, datum features consisting of two perpendicular lines are used. The method of establishing these two lines shall be given in the relevant specification. An example is shown in Figure 1, page 33.

4.4.2 Deviations

The relevant specification shall indicate, for each of the following sub-clauses, which deviations are to apply:

4.4.2.1 Positional tolerance of the hole centres

The positional tolerance specifies the radius of a cylinder whose axis is at the specified position of the hole and in which cylinder the centre of the actual hole should be contained.

The positional tolerance shall be selected from the following table:

Positional tolerances

Tolerance class	Distance between specified position of the hole and datum lines	
	Up to and including 150 mm (6 in)	Over 150 mm (6 in)
Fine	0.05 mm (0.002 in)	0.10 mm (0.004 in)
Normal	0.10 mm (0.004 in)	0.20 mm (0.008 in)
Coarse	0.20 mm (0.008 in)	0.40 mm (0.016 in)

Note. — When the distance of the specified position of the hole from the datum line is 150 mm (6 in) or less in one direction and over 150 mm in the other direction, the larger value for the positional tolerance applies.

4.4.2.2 Distance between holes

The deviation, rectangular tolerancing, on the distance between any two holes will be 1.4 times the positional tolerance shown in Sub-clause 4.4.2.1.

In particular cases, where the distance between some selected holes is required to be held to closer tolerances, the following deviations on such distances may be chosen:

- Serrée $\pm 0,05$ mm (0,002 in).
- Normale $\pm 0,10$ mm (0,004 in).

Ceci implique que la tolérance sur la position réelle (exprimée en rayon) des trous soit en conséquence la suivante:

- Serrée 0,035 mm (0,0014 in).
- Normale 0,070 mm (0,0028 in).

4.4.2.3 *Excentrage entre trou et pastille*

Sauf spécification contraire, la largeur radiale de métal restant en tous les points ne doit pas être inférieure à 50% de la largeur définie comme étant la moitié de la différence entre le diamètre minimal permis de la pastille et le diamètre maximal permis du trou.

4.4.2.4 *Position de l'impression par rapport au système de référence (tolérance radiale par rapport à la position théorique déterminée à partir des axes de référence)*

Cette propriété n'est habituellement pas mesurée, car le facteur important est constitué par la position relative entre l'impression et le trou, qui est contrôlée par la largeur radiale minimale. Lorsque cette mesure est spécialement demandée, les écarts suivants peuvent être utilisés:

- Large I $\pm 0,25$ mm (0,010 in).
- Large II $\pm 0,20$ mm (0,008 in).
- Normale $\pm 0,10$ mm (0,004 in).
- Serrée $\pm 0,05$ mm (0,002 in).

4.4.2.5 *Concordance entre les deux faces*

Cette propriété ne nécessite pas d'être spécifiée séparément; si la mesure est exigée, elle peut être effectuée à partir des écarts spécifiés au paragraphe 4.4.2.4. La concordance entre les deux faces doit être deux fois ces valeurs.

4.5 *Dimensions des conducteurs*

4.5.1 *Largeur des conducteurs et espacement*

La largeur nominale et l'espacement sont donnés dans la spécification particulière.

4.5.2 *Tolérances sur les conducteurs par rapport au dessin*

4.5.2.1 *Largeur du conducteur*

La largeur du conducteur ne doit pas s'écarter de la largeur prévue au dessin d'une valeur supérieure à celles fixées ci-après. La classe d'écart doit être indiquée.

Ecarts	Serré	Normal	Large
Sans revêtement	$\pm 0,05$ mm (0,002 in)	$\pm 0,10$ mm (0,004 in)	$\pm 0,30$ mm (0,012 in)
Avec revêtement	$\pm 0,10$ mm (0,004 in)	$\pm 0,20$ mm (0,008 in)	$\pm 0,40$ mm (0,016 in)

Les écarts sur la largeur du conducteur ne comprennent pas les entailles, piqûres, rayures ou autres défauts tels que mentionnés au paragraphe 4.5.2.3.

- Fine ± 0.05 mm (0.002 in).
- Normal ± 0.10 mm (0.004 in).

This will require the true position tolerance (radius) for the holes involved to be as follows:

- Fine 0.035 mm (0.0014 in).
- Normal 0.070 mm (0.0028 in).

4.4.2.3 Misalignment of hole and land

Unless otherwise specified, the radial metal width at any point shall not be less than 50% of the width as defined by half the difference between the minimum allowed diameter of the land and the maximum allowed diameter of the hole.

4.4.2.4 Pattern position relative to datum features (radius from true position for distance from datum lines)

This is normally not measured, as the important feature is the relationship between pattern and hole, which controls the minimum radial width. Where specially called for, the following deviations may be used:

- Coarse I ± 0.25 mm (0.010 in).
- Coarse II ± 0.20 mm (0.008 in).
- Normal ± 0.10 mm (0.004 in).
- Fine ± 0.05 mm (0.002 in).

4.4.2.5 Side-to-side pattern registration

This need not be specified separately; if required, it may be obtained from the deviations referred to in Sub-clause 4.4.2.4. Side-to-side pattern registration deviations will be twice these values.

4.5 Conductor dimensions

4.5.1 Conductor width and spacing

Nominal width and spacing are given in the relevant specification.

4.5.2 Deviation of the conductor from its design

4.5.2.1 Conductor width

The conductor width shall not depart from the design width by more than the following amounts. The deviation class shall be stated.

Deviations	Fine	Normal	Coarse
Non-plated	± 0.05 mm (0.002 in)	± 0.10 mm (0.004 in)	± 0.30 mm (0.012 in)
Plated	± 0.10 mm (0.004 in)	± 0.20 mm (0.008 in)	± 0.40 mm (0.016 in)

Conductor width deviations do not include nicks, pinholes or scratches, or other defects as mentioned in Sub-clause 4.5.2.3.

4.5.2.2 Distance entre conducteurs

Pour la distance entre conducteurs adjacents, une valeur minimale doit être spécifiée.

Note. — La relation entre les valeurs nominale et minimale de distance est donnée par:

$$d_{\min} = d_{\text{nom}} - \Delta d$$

où:

$d_{\min}$ = distance minimale entre conducteurs mesurée sur la carte imprimée

d_{nom} = distance nominale entre conducteurs provenant du dessin modèle à l'échelle 1:1

Δd = deux fois la valeur de l'écart supérieur permis pour la largeur du conducteur — en accord avec le paragraphe 4.5.2.1 — par exemple $\Delta d = 2 \times 0,1 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$ (0,008 in) pour un conducteur sans revêtement, de classe d'écart normal

4.5.2.3 Défauts

Il ne doit pas y avoir de fissure filiforme ni d'interruption lors d'un examen à grossissement $\times 3$. Les imperfections telles que trous ou défauts de bords sont acceptables, à condition que la largeur du conducteur ne soit pas réduite de plus de 20%, sauf s'il est spécifié différemment dans la spécification particulière.

La longueur L du défaut ne doit pas être supérieure à la largeur S du conducteur, ou à 5 mm (0,2 in), la plus petite des deux valeurs étant applicable (voir figure 2, page 33). La dimension des trous et des défauts de bord des conducteurs doit être mesurée avec un appareil optique ayant un réticule de mesure permettant de lire 0,025 mm (0,001 in).

4.5.2.4 Particules entre conducteurs

Si la distance prévue au dessin entre conducteurs adjacents est de 0,4 mm (0,016 in) ou moins, il ne doit y avoir aucune particule de métal entre ces conducteurs. Si la distance prévue au dessin entre conducteurs adjacents est plus grande que 0,4 mm (0,016 in), toute particule de métal entre ceux-ci ne doit pas réduire la ligne de fuite de plus de 20%, ou au minimum, à la valeur exigée par les tensions dans les circuits (se reporter aux distances données dans la figure 7 de l'annexe B, page 40).

Le nombre de particules doit être donné dans la spécification particulière.

5. Essais électriques

5.1 Résistance des conducteurs

5.1.1 La valeur de la résistance de portions spécifiées du schéma imprimé doit être déterminée si cette mesure est explicitement demandée par la spécification particulière.

5.1.2 Procédé

La mesure doit être effectuée sur des conducteurs existants aussi longs et aussi étroits que possible.

5.1.3 Méthode

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

5.1.4 Exigences

Les exigences doivent être données dans la spécification particulière.

4.5.2.2 *Spacing between conductors*

For the spacing between conductors which are adjacent, a minimum value shall be specified.

Note. — The relation between nominal and minimum values of spacing is given by:

$$d_{\min} = d_{\text{nom}} - \Delta d$$

where:

$d_{\min}$ = minimum spacing between conductors as measured on a printed board

d_{nom} = nominal spacing between conductors as derived from the 1:1 scale master pattern

Δd = twice the value of the upper (plus) deviation allowed for the conductor width, in accordance with Sub-clause 4.5.2.1, e.g. $\Delta d = 2 \times 0.1 \text{ mm} = 0.2 \text{ mm}$ (0.008 in) for a non-plated conductor, normal deviation class

4.5.2.3 *Defects*

There shall be no hairline cracks or breaks as determined by examination at $\times 3$ magnification. Imperfections such as holes or edge defects are acceptable, provided the conductor width is not reduced by more than 20%, unless otherwise specified in the relevant specification.

The length L of the defect shall not be greater than the conductor width S , or 5 mm (0.2 in), whichever is the smaller (see Figure 2, page 33). The size of holes and edge defects in conductors shall be measured with an optical instrument having a measuring reticule and a readability of 0.025 mm (0.001 in).

4.5.2.4 *Particles between conductors*

If the design spacing between adjacent conductors is 0.4 mm (0.016 in) or less, there shall be no metal particles between these conductors. If the design spacing between adjacent conductors is greater, any metal particles between them shall not reduce the leakage path by more than 20% or to less than the value required for circuit voltages in accordance with the spacings given in Figure 7, Appendix B, page 40.

The number of particles shall be given in the relevant specification.

5. **Electrical tests**

5.1 *Resistance of conductors*

5.1.1 The value of the resistance of specified parts of the printed pattern shall be determined if explicitly required by the relevant specification.

5.1.2 *Procedure*

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

5.1.3 *Method*

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

5.1.4 *Requirements*

Requirements shall be given in the relevant specification.