

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 Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60326:1970

Withdrawn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

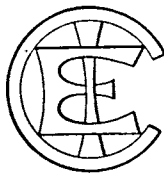
Publication 326

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 “referee 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.

5.2 *Intensité admissible*

L'intensité admissible dans les conducteurs imprimés dépend d'un grand nombre de facteurs, comprenant la conductibilité thermique du matériau de base, l'élévation de température admissible, la dimension, la forme et la disposition des conducteurs sur la carte imprimée. En conséquence, aucune exigence spécifique ne peut être donnée.

Un guide de conception et des tableaux sont donnés à l'annexe A, page 36.

5.3 *Epreuve de tension entre conducteurs*

5.3.1 *Tension nominale entre conducteurs*

La tension nominale entre conducteurs dépend d'un grand nombre de facteurs, tels que méthode d'impression, type de matériau de base, type de revêtement de protection appliqué, les conducteurs étant ou non revêtus de soudure et conditions d'environnement.

De ce fait, aucune exigence spécifique ne peut être donnée. Quelques informations sont données en annexe B, page 40, sous forme de graphique.

5.3.2 *Méthode*

L'essai doit être effectué suivant la Publication 243 de la CEI.

Si l'essai de la résistance d'isolement est effectué avant cet essai, l'essai de tension doit être effectué immédiatement après la fin des mesures de la résistance d'isolement.

5.3.3 *Procédé*

Une tension spécifiée doit être appliquée entre les points spécifiés de l'impression.

La tension d'essai sera une tension continue ou alternative de forme approximativement sinusoïdale. La tension sera appliquée progressivement durant 5 s, puis maintenue pendant 1 min.

La tension d'essai (s'il s'agit d'une tension alternative, sa valeur efficace) doit être la suivante:

- pour U_n jusqu'à 1 000 V: $3 U_n$ avec un minimum de 500 V;
- pour U_n supérieur à 1 000 V: $1,5 U_n$ avec un minimum de 3 000 V,

où:

U_n = tension nominale

Pour des conditions de très basse tension, des valeurs additionnelles sont à l'étude.

Si les câblages imprimés sont destinés à être utilisés dans des appareils pour lesquels la Publication 65 de la CEI s'applique, les règles concernant l'essai de tension et les distances de cette publication doivent être suivies.

5.3.4 *Exigences*

Aucune décharge de rupture, mise en évidence par un contournement (décharge de surface), étincelage (décharge dans l'air), ou claquage (décharge par percement), ne doit se produire après l'application de la tension.

5.4 *Résistance d'isolement*

5.4.1 *Procédé*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques de l'impression.

5.2 *Current-carrying capacity*

The current-carrying capacity of printed conductors depends on a great variety of factors, including thermal conductivity of the base material, permissible temperature rise, size, shape and lay-out of the conductors on the printed board. Therefore, no specific requirements can be given.

A design guide and charts are given in Appendix A, page 37.

5.3 *Voltage proof between conductors*

5.3.1 *Rated voltage between conductors*

The rated voltage between conductors depends on a great variety of factors such as methods for making the print, type of base material, type of coating applied, conductors being solder-coated or not and environmental conditions.

Therefore, no specific requirements can be given. Some information is given in Appendix B, page 40, in the form of a graph.

5.3.2 *Method*

The test shall be carried out in accordance with IEC Publication 243.

If the insulation resistance test is performed prior to this test, the proof test voltage shall be applied immediately after completion of the insulation resistance measurement.

5.3.3 *Procedure*

A test potential as specified shall be applied between any specified points of the pattern.

The test potential shall be a d.c. or a.c. voltage of approximately sinusoidal waveform. The voltage shall be applied gradually within 5 s and then maintained for 1 min.

The test voltage (if a.c., its r.m.s. value) shall be as follows:

- for U_r up to 1 000 V: $3 U_r$ with a minimum of 500 V;
- for U_r over 1 000 V: $1.5 U_r$ with a minimum of 3 000 V,

where:

U_r = rated voltage

For very low voltage requirements, additional values are still under consideration.

In those cases where printed wiring boards are intended for use in appliances for which IEC Publication 65 applies, the rules for test voltage and distances of that publication shall be followed.

5.3.4 *Requirements*

No disruptive discharge, evidenced by flashover (surface discharge), sparkover (air discharge), or breakdown (puncture discharge), shall occur as a result of the application of the voltage.

5.4 *Insulation resistance*

5.4.1 *Procedure*

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of the pattern.

La tension d'essai doit être:

- 100 ± 15 V pour des conducteurs distants de moins de 1 mm (0,04 in);
- 500 ± 50 V pour des conducteurs distants de 1 mm ou plus (0,04 in).

La tension d'essai est appliquée pendant une minute avant la mesure.

Note. — Des informations complémentaires sur le procédé de mesure et l'évaluation des résultats d'essai sont données dans l'annexe C, page 42.

5.4.2 Exigences

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans la spécification particulière pour les différentes conditions d'essais données à l'article 8: Séquence d'essais.

5.5 Dérive de capacité (ne doit être effectuée que si elle est explicitement demandée par la spécification particulière)

5.5.1 Méthode

Une partie spécifiée de l'impression de la carte de câblage imprimé sera reliée au circuit oscillant d'une source haute fréquence extérieure. La fréquence sera celle spécifiée dans la spécification particulière.

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

Les mesures seront effectuées dans les conditions d'environnement spécifiées, comprenant le préconditionnement, l'épreuve et la reprise, suivant la Publication 68 de la CEI.

Les mesures de fréquence seront effectuées:

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

Une épreuve convenable est constituée par l'essai C de la Publication 68 de la CEI: Essai continu de chaleur humide, sévérité 4 jours.

5.5.2 Exigences

Les exigences seront celles données dans la spécification particulière.

6. Essais mécaniques

6.1 Force d'adhérence des conducteurs

L'adhérence est déterminée par la force par unité de largeur nécessaire pour décoller la bande conductrice de la surface adjacente du matériau de base. L'essai doit être effectué sur des bandes conductrices droites de longueur et de largeur convenables. De préférence la longueur du conducteur ne doit pas être inférieure à 75 mm (3 in). Les bandes de largeur inférieure à 0,8 mm (0,03 in) ne seront pas essayées. S'il existe des conducteurs revêtus électrolytiquement sur la carte, quelques-uns d'entre eux seront essayés.

6.1.1 Procédé d'essai

La bande métallique doit être détachée du matériau de base sur une distance d'environ 10 mm (0,4 in) sur un côté. La plaque à essayer doit être supportée d'une manière convenable, par

The test voltage shall be:

- 100 $\pm$ 15 V for conductor spacing less than 1 mm (0.04 in);
- 500 $\pm$ 50 V for conductor spacing equal to or more than 1 mm (0.04 in).

The test voltage is applied for one minute before measurement.

Note. — Additional information on the measuring procedure and the evaluation of test results is given in Appendix C, page 43.

5.4.2 *Requirements*

The insulating resistance shall not be less than the values specified in the relevant specification for the different test conditions given in Clause 8, Test sequences.

5.5 *Frequency drift (determined only if explicitly required by the relevant specification)*

5.5.1 *Procedure*

A specified part of the circuit pattern on the printed wiring board shall be connected into the oscillating circuit of an external high-frequency source. The frequency shall be that specified in the relevant specification.

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

Measurements shall be carried out under specified environmental conditions, including pre-conditioning, conditioning and recovery, in accordance with IEC Publication 68.

Frequency measurements shall be made:

- a) after pre-conditioning;
- b) if desired, at specific points of the conditioning;
- c) after recovery.

A suitable conditioning is Test C of IEC Publication 68, Damp heat, steady state, severity 4 days.

5.5.2 *Requirements*

The requirements shall be those given in the relevant specification.

6. **Mechanical tests**

6.1 *Peel strength of conductors*

The peel strength is measured as the force per unit width, which is required to peel off the conductor strip from the adjoining surface of the base material. The test shall be carried out on straight conductor strips, of suitable length and width. The conductor length should preferably be not less than 75 mm (3 in). Strips less than 0.8 mm (0.03 in) wide shall not be tested. Where plated conductors are present on the board, some of them shall be tested.

6.1.1 *Test procedure*

The metal strip shall be detached from the base material for a distance of about 10 mm (0.4 in) from one end. The test board shall be supported in a suitable way, e.g. on rollers with the

exemple sur des rouleaux, la partie détachée de la bande passant entre ceux-ci. La partie détachée de la bande sera accrochée fermement sur sa largeur totale, par exemple avec une pince, et on appliquera une force de traction constamment croissante suivant une direction perpendiculaire au plan du matériau de base, jusqu'à ce que la bande de métal se détache à une vitesse constante de 50 mm/min (2 in/min), la force nécessaire étant mesurée. Une longueur de bande d'au moins 25 mm (1 in) doit être ainsi détachée à cette vitesse, sur quatre bandes. La force minimale par unité de largeur nécessaire pour détacher la bande, pendant l'essai, sera la force d'adhérence.

6.1.2 Exigences

Les résultats doivent être donnés en newtons par millimètre de largeur de bande, mais on doit également noter la largeur de bande.

Aucune valeur obtenue à la suite des conditions d'essais déterminées dans l'article 8 ne doit être inférieure aux valeurs spécifiées ci-après :

Matériau de base	Force d'adhérence minimale	
	N/mm	lbf/in
Papier phénolique	0,8	4,5
Papier époxy	1,1	6,3
Verre époxy	1,1	6,3
Verre téflon	A l'étude	

6.2 Force d'arrachement des pastilles (non applicable aux trous métallisés)

La force d'arrachement est déterminée par la force normale à la surface de la carte nécessaire pour séparer la pastille du matériau de base.

6.2.1 Méthode

Les essais seront exécutés sur des pastilles circulaires de préférence de 4 mm (0,16 in) de diamètre, qui seront détachées des conducteurs adjacents. Un fil de 0,90 mm à 1,00 mm (0,035 in à 0,039 in) de diamètre sera soudé dans un trou central de $1,30 \pm 0,10$ mm ($0,051 \pm 0,004$ in) de diamètre, percé dans la pastille. D'autres dimensions de pastilles, de fils et de trous peuvent être indiquées dans la spécification particulière.

Les conditions d'essai sont :

- après soudure au fer;
- après deux soudures.

6.2.2 Fer à souder

Le fer à souder doit avoir une panne en cuivre de 30 ± 5 mm ($1,2 \pm 0,2$ in) de long et de 5 ± 1 mm ($0,2 \pm 0,04$ in) de diamètre, son extrémité formant un angle de $45 \pm 10^\circ$. La température de la panne sera de 270 ± 10 °C pendant toute la durée de l'essai. Un fer approprié est décrit à la figure 3, page 34.

6.2.3 Soudure

La soudure sera un alliage étain/plomb à 40/60, avec une âme de résine non corrosive, ayant la forme d'un fil, d'un diamètre inférieur à 1,5 mm (0,06 in).

detached end of the metal strip between them. The detached end of the strip shall be gripped over its entire width, e.g. with a clamp, and a steadily increasing pull shall be applied in a direction perpendicular to the plane of the base material until the metal strip peels off at a steady rate of about 50 mm/min (2 in/min), the force required to do this being measured. A length of strip of at least 25 mm (1 in) shall be peeled at this rate from each of four strips. The minimum force per unit width required to peel the strip during the test shall be taken as the peel strength.

6.1.2 Requirements

The results shall be given in newtons per millimetre strip width, but the actual strip width shall be stated.

No single test value for the test conditions listed in Clause 8 shall be less than specified below:

Base material	Minimum peel strength	
	N/mm	lbf/in
Paper phenolic	0.8	4.5
Paper epoxide	1.1	6.3
Glass fabric epoxide	1.1	6.3
Glass fabric PTFE	Under consideration	

6.2 Pull-off strength of lands (not applicable to plated holes)

The pull-off strength is measured as the force normal to the surface of the printed board required to separate the land from the base material.

6.2.1 Method

Tests shall be carried out on circular lands of preferably 4 mm diameter (0.16 in) which have been isolated from the attached conductors. A wire of diameter 0.90 mm to 1.00 mm (0.035 in to 0.039 in) shall be soldered in a central hole of diameter 1.30 ± 0.10 mm (0.051 ± 0.004 in) in the land. Other land, wire and hole dimensions may be specified in the relevant specification.

Test conditions are:

- after hand soldering;
- after re-soldering

6.2.2 Soldering tool

The soldering iron shall have a copper bit 30 ± 5 mm (1.2 ± 0.2 in) long and 5 ± 1 mm (0.2 ± 0.04 in) in diameter, with its end forming an angle of $45 \pm 10^\circ$. The temperature of the bit shall be $270 \pm 10^\circ\text{C}$ throughout the test. An appropriate tool is shown in Figure 3, page 34.

6.2.3 Solder

The solder shall be a 40/60 tin lead alloy with a non-corrosive resin core and in the form of a wire of diameter not greater than 1.5 mm (0.06 in).

6.2.4 *Force d'arrachement après soudure au fer*

6.2.4.1 *Procédé*

La pastille devra être préalablement étamée pendant 4 ± 1 s avec le fer à souder et un minimum de soudure.

Un morceau de fil préalablement étamé avec la soudure sera soudé à angle droit à l'éprouvette, au centre de la pastille. Le fil devra être attaché à la feuille de telle façon qu'il traverse la feuille dans le trou percé. La goutte de soudure formée entre le fil et la pastille devra couvrir toute la surface de la pastille.

Le temps pris pour l'opération de soudure devra être de 4 ± 1 s. Pendant cette soudure et le refroidissement qui suivra, on ne bougera pas le fil. Pour s'assurer qu'il ne bouge pas, le fil et l'éprouvette pourront être maintenus dans un montage.

Après 30 min de refroidissement, une force sera appliquée au moyen d'une machine de traction, en tirant le fil perpendiculairement à l'éprouvette. On augmentera cette force régulièrement de 5 N/s à 50 N/s (1,1 lbf/s à 11 lbf/s) jusqu'à ce que la pastille se sépare du matériau de base.

On prendra comme force d'arrachement de la plaque essayée la plus petite de toutes les forces nécessaires pour détacher dix pastilles du matériau de base.

6.2.4.2 *Exigences*

La force d'arrachement ne devra pas être inférieure à la valeur fixée par accord entre acheteur et vendeur.

6.2.5 *Force d'arrachement après deux soudures*

6.2.5.1 *Procédé*

Si cela est exigé par la spécification particulière, la pastille ayant été soumise à l'opération de soudure du paragraphe 6.2.4.1 doit être refroidie. Le fil doit alors être dessoudé et retiré de la pastille, à l'aide d'une seconde application du fer à souder pendant un temps de 3 s à 5 s. Après refroidissement, le fil doit être ressoudé à la pastille par une nouvelle application du fer à souder pendant un temps de 3 s à 5 s.

Après 30 min de refroidissement, une force sera appliquée au moyen d'une machine de traction, en tirant le fil perpendiculairement à l'éprouvette. On augmentera cette force régulièrement de 5 N/s à 50 N/s (1,1 lbf/s à 11 lbf/s) jusqu'à ce que la pastille se sépare du matériau de base.

On prendra comme force d'arrachement de la plaque essayée la plus petite de toutes les forces nécessaires pour détacher dix pastilles du matériau de base.

6.2.5.2 *Exigences*

La pastille ne doit pas se détacher de la carte imprimée pendant l'opération de soudure. La force d'arrachement ne doit pas être inférieure à la valeur fixée par entente entre acheteur et vendeur.

Si un nombre supérieur d'opérations de soudure est exigé, cela doit être indiqué dans la spécification particulière et les exigences spéciales concernant la force d'arrachement doivent être établies.

6.2.4 *Pull-off strength of lands after hand soldering*

6.2.4.1 *Procedure*

The land shall be evenly tinned for 4 ± 1 s with the soldering iron and a minimum amount of solder.

A piece of wire previously tinned with the solder shall be soldered at right angles to the test board, to the centre of the land. The wire shall be attached to the foil in such a position that it passes through the foil into the hole. The fillet formed between the wire and the land shall cover the entire area of the land.

The time taken for this soldering process shall be 4 ± 1 s. During this soldering and the subsequent cooling, the wire shall not be moved. To ensure it is not, the wire and the test board may be held in a jig.

After 30 min of cooling, a force shall be applied by means of a tensile testing machine, by pulling the wire at right angles to the test board, and increased steadily from 5 N/s to 50 N/s (1.1 lbf/s to 11 lbf/s) until the land separates from the base material.

The smallest of any of the forces required to detach ten lands from the base material shall be taken as the pull-off strength of a board under the test.

6.2.4.2 *Requirements*

The pull-off strength shall not be less than the value agreed upon between purchaser and vendor.

6.2.5 *Pull-off strength after resoldering*

6.2.5.1 *Procedure*

If required by the relevant specification, the land having been subjected to the soldering procedure in Sub-clause 6.2.4.1 shall be allowed to cool. The wire shall then be unsoldered and removed from the land by a second application of the soldering iron for a period of 3 s to 5 s. After cooling, the wire shall be resoldered to the land by the re-application of the soldering iron for a period of 3 s to 5 s.

After 30 min of cooling, a force shall be applied by means of a tensile testing machine, by pulling the wire at right angles to the test board, and increased steadily from 5 N/s to 50 N/s (1.1 lbf/s to 11 lbf/s) until the land separates from the base material.

The smallest of any of the forces required to detach ten lands from the base material shall be taken as the pull-off strength of the board under the test.

6.2.5.2 *Requirements*

The land shall not become detached from the printed board during soldering. The pull-off strength shall not be less than the value agreed upon between purchaser and vendor.

When more resoldering operations are required, this shall be specified in the relevant specifications, and special requirements for the pull-off strength shall be established.

6.3 Planéité

6.3.1 Procédé

La planéité est mesurée, les bords concaves de la plaque étant dessus, en présentant une règle légère à la surface supérieure (concave) et en mesurant le jeu maximal entre la surface et la règle à 0,1 mm (0,004 in) près.

La planéité est exprimée en rayon de courbure, déterminé par la formule suivante:

$$r = \frac{L^2}{8h}$$

où:

r = rayon de courbure

L = distance entre points d'appui de la règle

h = jeu maximal entre la règle et la carte

Le rayon de courbure minimal doit être noté comme mesure de la planéité de la plaque; on notera également les dimensions de la plaque essayée.

6.3.2 Exigences

Le rayon de courbure ne doit pas être inférieur à la valeur donnée dans la spécification particulière.

7. Autres essais

7.1 Conditions de surface pour les contacts de connecteurs et de commutateurs

Dans la zone de contact, la surface de métal doit être lisse et exempte de défauts propres à réduire les propriétés électriques ou mécaniques du connecteur. Les défauts occasionnant de telles réductions sont:

piqûres, rayures profondes, échancrures, rugosité et creux.

La configuration exacte de la zone de contact des connecteurs imprimés est esquissée sur les dessins de la figure 4, page 35.

7.2 Essai de soudure (temps de mouillage)

A l'étude.

7.3 Revêtement des conducteurs

7.3.1 Adhérence du revêtement

Cet essai n'est pas destiné à donner des informations concernant l'épaisseur ou la dureté du revêtement.

7.3.1.1 Méthode

On appliquera au revêtement à essayer le côté adhésif d'un ruban adhésif transparent non transférable, en pressant avec les doigts; on prendra soin d'exclure toutes les bulles d'air. Après 10 s, on enlèvera le ruban en appliquant une force de traction constante au ruban suivant une direction perpendiculaire à la surface du revêtement à essayer. La surface à essayer sera au minimum de 1 cm² (0,155 in²).

6.3 *Flatness*

6.3.1 *Procedure*

Flatness is measured with the edges of the board laid concave side up by offering a light straight-edge to the upper (concave) surface and measuring the maximum clearance between the surface and the straight-edge to the nearest 0.1 mm (0.004 in).

Flatness is expressed as the radius of curvature determined by the following formula:

$$r = \frac{L^2}{8h}$$

where:

r = radius of curvature

L = distance between the points of support of the straight-edge

h = maximum clearance between straight edge and board

The minimum radius of curvature shall be reported as a measure of the flatness of the board, together with the dimensions of the board tested.

6.3.2 *Requirements*

The radius of curvature shall not be less than the value given in the relevant specification.

7. *Other tests*

7.1 *Surface conditions for connector and switch contacts*

In the zone of contact, the metal surface shall be smooth and free from defects likely to cause reduction in either electrical or mechanical properties of the connector. Defects in the metal likely to cause such reductions are:

pin-holes, deep scratches, indentations, roughness and pitting.

The exact configuration of the contact zones of printed edge board contacts is outlined in the drawings of Figure 4, page 35.

7.2 *Solder test (wetting time)*

Under consideration.

7.3 *Plating of conductors*

7.3.1 *Adherence of plating*

This test is not intended to give any information regarding the thickness or the hardness of the plating.

7.3.1.1 *Method*

The adhesive side of a non-transferable transparent adhesive tape shall be applied to the plating under test by finger pressure, care being taken to exclude all air bubbles. After an interval of 10 s, the tape shall be removed by applying a steady pulling force on the tape in a direction perpendicular to the surface of the plating under test. The area of test shall be at least 1 cm² (0.155 in²).

7.3.1.2 Exigences

Il ne doit y avoir aucune adhérence du revêtement au ruban après que celui-ci a été enlevé du conducteur. Dans certains cas, si on utilise un revêtement inverse, des éclats provenant du bord du revêtement peuvent adhérer au ruban. Ceci ne peut pas être considéré comme une cause de refus, s'il n'y a pas de preuve évidente que le revêtement ait été enlevé de la surface du cuivre.

7.3.1.3 Ruban adhésif

Pour cet essai, le ruban adhésif doit satisfaire aux conditions suivantes:

- Force de déroulement (maximale) (voir paragraphe 7.3.1.3.1) 4,4 N/cm de largeur (2,5 lbf/in de largeur).
- Force d'adhérence (minimale) 2,2 N/cm de largeur (1,3 lbf/in de largeur).
- Résistance à la traction (minimale) 35 N/cm de largeur (20 lbf/in de largeur).

7.3.1.3.1 Méthode de détermination de la force de déroulement

Un rouleau de ruban, de largeur approximative 15 mm (0,6 in), ayant un noyau d'environ 25 mm de diamètre (1 in) et un diamètre extérieur inférieur à environ 45 mm (1,8 in), doit être déroulé à vitesse constante, à l'aide d'un procédé convenable, par exemple une machine de traction, dans les conditions atmosphériques normales.

7.3.2 Essai de brunissement (applicable seulement à quelques types de revêtements)

Une petite portion de la surface revêtue doit être frottée rapidement et fermement avec l'extrémité d'un outil lisse convenable, pendant approximativement 15 s, et doit être inspectée visuellement. La pression appliquée doit être suffisante pour brunir le revêtement mais ne doit pas couper le revêtement.

Un outil convenable est constitué par une tige d'acier de 6,4 mm (0,25 in) de diamètre, possédant une extrémité hémisphérique lisse.

7.3.2.1 Exigences

Il ne doit y avoir aucun indice de début de cloquage ou de séparation du revêtement de la sous-couche ou du métal de base.

7.3.3 Porosité du revêtement

Les surfaces revêtues doivent être essayées tel qu'il est indiqué à l'essai d'exposition aux gaz et/ou à l'essai électrographique (méthode 1 ou 2 suivant le cas) détaillés à l'annexe D, page 44.

Le choix de la méthode utilisée et les exigences doivent faire l'objet d'une entente entre acheteur et vendeur.

8. Séquence d'essais

La séquence d'essais décrite dans ce paragraphe ne doit être considérée que comme un exemple. Les détails complets de la séquence devant être utilisée doivent être donnés dans la spécification particulière.

Tous les essais doivent être menés en accord avec la Publication 68 de la CEI, en utilisant les degrés de sévérité appropriés.

7.3.1.2 *Requirements*

There shall be no evidence of plating adhering to the tape after removal from the conductor. In certain instances where reverse plating is used, slivers from the edge of the plating may adhere to the tape. This shall not be considered a cause of rejection if there is no evidence of removal of plating from the surface of the copper.

7.3.1.3 *Adhesive tape*

The adhesive tape for this test shall satisfy the following requirements:

- Unwind strength (maximum) (see Sub-clause 7.3.1.3.1) 4.4 N/cm width (2.5 lbf/in width).
- Adhesive strength (minimum) 2.2 N/cm width (1.3 lbf/in width).
- Tensile strength (minimum) 35 N/cm width (20 lbf/in width).

7.3.1.3.1 *Method of determining unwind strength*

A roll of tape of approximately 15 mm width (0.6 in) with a core of approximately 25 mm diameter (1 in) and not more than approximately 45 mm outer diameter (1.8 in) shall be unwound at a steady speed on a suitable device, e.g. a pulling machine, at standard atmospheric conditions.

7.3.2 *Burnish test (applicable to some types of plating only)*

A small area of the plated surface shall be rubbed rapidly and firmly with the end of a suitable smooth tool for about 15 s and shall be visually inspected. The pressure applied shall be sufficient to burnish the coating at each stroke but not sufficient to cut the coating.

A suitable tool is a steel rod of 6.4 mm (0.25 in) diameter with a smooth hemispherical end.

7.3.2.1 *Requirements*

There shall be no indication of the deposit becoming blistered or detached from the undercoat or base metal.

7.3.3 *Porosity of plating*

The plated area(s) shall be tested as described in the gas exposure test and/or the electrographic test (Method 1 or 2 as appropriate) detailed in Appendix D, page 45.

The decision as to which of the tests shall be used and the requirements shall be subject to agreement between purchaser and vendor.

8. *Test sequences*

The test sequences outlined in this clause shall be considered as an example only. Full details of the sequence to be used shall be given in the relevant specification.

All tests shall be carried out in accordance with IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

Les degrés de sévérité suivants doivent être considérés:

Classe de température °C	Catégorie de température	Essai continu de chaleur humide, durée d'essai
- 55 à 125	55/125	56 21 jours
- 40 à 100	40/100	56 21 4 jours
- 10 à 55	10/55	56 21 4 jours

Un nombre total de six plaques imprimées est nécessaire, qui est subdivisé en trois groupes de deux plaques.

8.1 Toutes les plaques essayées

Mesures:	Epaisseur de la plaque	Paragraphe 4.1
	Dimension des trous	Paragraphe 4.2
	Dimension des découpes et des encoches	Paragraphe 4.3
	Position de l'impression et des trous	Paragraphe 4.4
	Dimension des conducteurs	Paragraphe 4.5
	Distance entre conducteurs	Paragraphe 4.5.2.2
	Planéité	Paragraphe 6.3
	Epreuve de tension entre conducteurs	Paragraphe 5.3
	Résistance d'isolement	Paragraphe 5.4
	Revêtement des conducteurs	Paragraphe 7.3

8.2 Groupe 1

Deux plaques.

Mesures:	Résistance des conducteurs	Paragraphe 5.1
	Conditions de surface	Paragraphe 7.1
	Force d'adhérence des conducteurs	Paragraphe 6.1
	Force d'arrachement des pastilles	Paragraphe 6.2

8.3 Groupe 2 – Séquence d'essais climatiques

Deux plaques.

Les cartes imprimées doivent être soumises aux essais suivants, dans l'ordre donné suivant la classe climatique appropriée.

Les conditions et temps de reprise doivent être ceux définis pour chaque essai par la Publication 68 de la CEI.

Essai	Classe d'humidité		
	4	21	56
Essai Na – Variation de température	5 cycles	5 cycles	5 cycles
Essai B – Chaleur sèche	1 cycle	1 cycle	1 cycle
Essai D – Chaleur humide (cyclique)	0	1 cycle	1 cycle
Essai A – Froid	1 cycle	1 cycle	1 cycle
Essai D – Chaleur humide (cyclique)	1 cycle	1 cycle	5 cycles

8.3.1 Essai Na – Variation rapide de température

Pour cet essai, les températures doivent être les limites supérieures et inférieures de la classe de température. On doit exécuter cinq cycles d'essai.

The following degrees of severity are considered:

Temperature range °C	Temperature category	Damp heat, steady state, test duration
– 55 to 125	55/125	56 21 days
– 40 to 100	40/100	56 21 4 days
– 10 to 55	10/55	56 21 4 days

A total number of six printed boards is required, which is subdivided into three groups of two boards.

8.1 All test boards

<i>Measurements:</i> Board thickness	Sub-clause 4.1
Dimensions of holes	Sub-clause 4.2
Dimensions of slots and notches	Sub-clause 4.3
Position of pattern and holes	Sub-clause 4.4
Conductor dimensions	Sub-clause 4.5
Spacing between conductors	Sub-clause 4.5.2.2
Flatness	Sub-clause 6.3
Voltage proof between conductors	Sub-clause 5.3
Insulation resistance	Sub-clause 5.4
Plating of conductors	Sub-clause 7.3

8.2 Group 1

Two boards.

<i>Measurements:</i> Resistance of conductors	Sub-clause 5.1
Surface conditions	Sub-clause 7.1
Peel strength of conductors	Sub-clause 6.1
Pull-off strength of lands	Sub-clause 6.2

8.3 Group 2 – Climatic test sequence

Two boards.

The printed boards shall be subjected to the following tests in the order given for the appropriate climatic classification.

The recovery conditions and times shall be those defined for each test as given in IEC Publication 68.

Test	Humidity classification		
	4	21	56
Test Na – Change of temperature	5 cycles	5 cycles	5 cycles
Test B – Dry heat	1 cycle	1 cycle	1 cycle
Test D – Damp heat (cyclic)	0	1 cycle	1 cycle
Test A – Cold	1 cycle	1 cycle	1 cycle
Test D – Damp heat (cyclic)	1 cycle	1 cycle	5 cycles

8.3.1 Test Na – Rapid change of temperature

The temperatures for this test shall be the upper and lower limits of the category temperature. Five cycles of the test shall be applied.

- 8.3.1.1 *Mesures après essai Na*
- Contrôle dimensionnel
 - Planéité
 - Force d'adhérence des conducteurs
 - Force d'arrachement des pastilles
- Spécification particulière
Paragraphe 6.3
Paragraphe 6.1
Paragraphe 6.2
- 8.3.2 *Essai B – Chaleur sèche*
- 8.3.2.1 Les éprouvettes doivent être exposées à la limite supérieure de la classe de température pendant une durée de 16 h. A la fin de cette période, et lorsque les éprouvettes sont encore à haute température, on doit effectuer la mesure de résistance d'isolement suivant le paragraphe 5.4.
- 8.3.2.2 Après la période spécifiée, les éprouvettes doivent être retirées de la chambre et exposées aux conditions normales de reprise appropriées à l'essai.
Les éprouvettes ne doivent présenter aucune trace de cloquage ou délamination.
- 8.3.3 *Essai D – Chaleur humide (cyclique) (premier cycle)*
- 8.3.4 *Essai A – Froid*
- Pour cet essai, la température doit être la limite inférieure de la classe de température.
- Après l'essai, les éprouvettes doivent être examinées visuellement et ne doivent présenter aucune trace de détérioration, par exemple délamination ou altération de la plaque.
- 8.3.5 *Essai D – Chaleur humide (cyclique) (cycles restants)*
- 8.3.6 *Mesures finales*
- Contrôle dimensionnel
 - Planéité
 - Résistance d'isolement
 - Epreuve de tension entre conducteurs
 - Adhérence du revêtement
 - Conditions de surface
 - Force d'adhérence des conducteurs
 - Force d'arrachement des pastilles
- Spécification particulière
Paragraphe 6.3
Paragraphe 5.4
Paragraphe 5.3
Paragraphe 7.3.1
Paragraphe 7.1
Paragraphe 6.1
Paragraphe 6.2
- 8.4 *Groupe 3 – Essai C – Chaleur humide (essai continu)*
- Deux plaques.
- Les éprouvettes doivent être exposées aux conditions de l'essai C, suivant la classe d'humidité; elles doivent être suspendues verticalement dans la chambre d'essai.
- 8.4.1 Une tension de polarisation de 100 ± 5 V en courant continu doit être appliquée d'une manière continue à travers une résistance limitant le courant traversant l'éprouvette à une valeur inférieure à 1 mA.
- 8.4.2 *Mesures finales*
- Contrôle dimensionnel
 - Planéité
 - Résistance d'isolement*
 - Epreuve de tension entre conducteurs
 - Adhérence du revêtement
 - Conditions de surface
 - Force d'adhérence des conducteurs
 - Force d'arrachement des pastilles
- Spécification particulière
Paragraphe 6.3
Paragraphe 5.4
Paragraphe 5.3
Paragraphe 7.3.1
Paragraphe 7.1
Paragraphe 6.1
Paragraphe 6.2

* Si spécifié, la résistance d'isolement peut être mesurée à l'intérieur de la chambre climatique.

8.3.1.1 *Measurements after Test Na*

– Dimensional check	Relevant specification
– Flatness	Sub-clause 6.3
– Peel strength of conductors	Sub-clause 6.1
– Pull-off strength of lands	Sub-clause 6.2

8.3.2 *Test B – Dry heat*

8.3.2.1 The specimens shall be exposed to the upper limit of the category temperature for a period of 16 h. At the end of this period and while still being at high temperature, the insulation resistance shall be measured according to Sub-clause 5.4.

8.3.2.2 After the specified period, the specimens shall be removed from the chamber and exposed to the standard recovery conditions appropriate to this test.

The specimens shall show no signs of blistering or delamination.

8.3.3 *Test D – Damp heat (cyclic) (first cycle)*

8.3.4 *Test A – Cold*

The temperature for this test shall be the lower limit of the category temperature.

After the test, the specimens shall be visually inspected and shall show no sign of deterioration, e.g. delamination or distortion of the board.

8.3.5 *Test D – Damp heat (cyclic) (remaining cycles)*

8.3.6 *Final measurements*

– Dimensional check	Relevant specification
– Flatness	Sub-clause 6.3
– Insulation resistance	Sub-clause 5.4
– Voltage proof between conductors	Sub-clause 5.3
– Adherence of plating	Sub-clause 7.3.1
– Surface conditions	Sub-clause 7.1
– Peel strength of conductors	Sub-clause 6.1
– Pull-off strength of lands	Sub-clause 6.2

8.4 *Group 3 – Test C – Damp heat (steady state)*

Two boards.

The specimens shall be exposed to the conditions in Test C, according to the humidity classification; they shall be vertically suspended in the test chamber.

8.4.1 A polarizing voltage of 100 ± 5 V d.c. shall be applied continuously through a current-limiting resistor, such that the current through the specimen can not exceed 1 mA.

8.4.2 *Final measurements*

– Dimensional check	Relevant specification
– Flatness	Sub-clause 6.3
– Insulation resistance*	Sub-clause 5.4
– Voltage proof between conductors	Sub-clause 5.3
– Adherence of plating	Sub-clause 7.3.1
– Surface conditions	Sub-clause 7.1
– Peel strength of conductors	Sub-clause 6.1
– Pull-off strength of lands	Sub-clause 6.2

* If required, insulation resistance may be measured within the humidity chamber.

Page blanche

Blank page

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60326:1970

Withdrawn

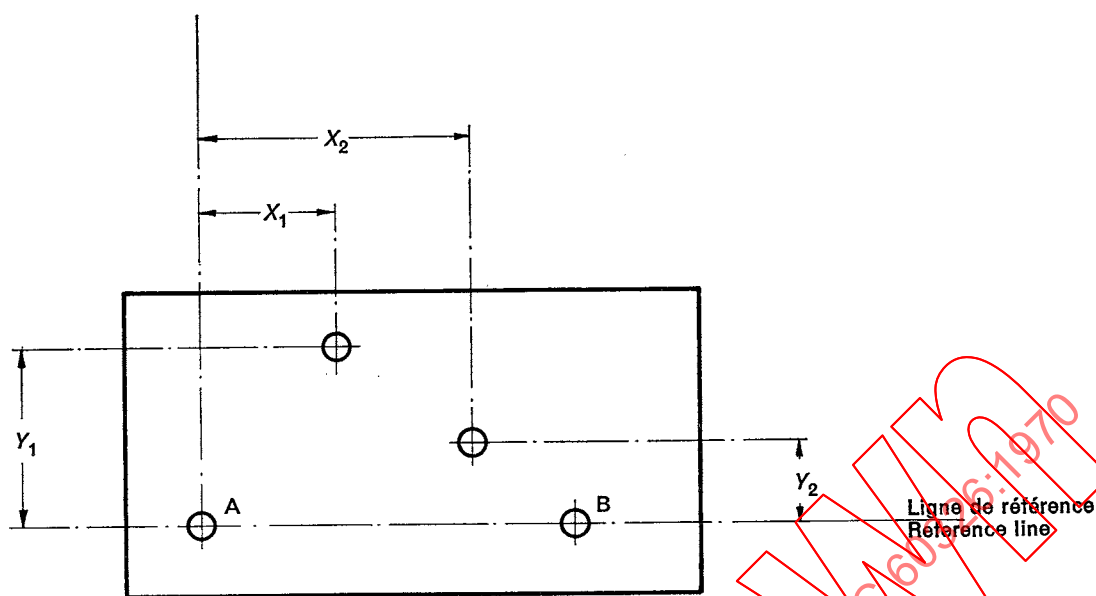


FIG. 1. — Système de référence (paragraphe 4.4.1).
Datum features (Sub-clause 4.4.1).

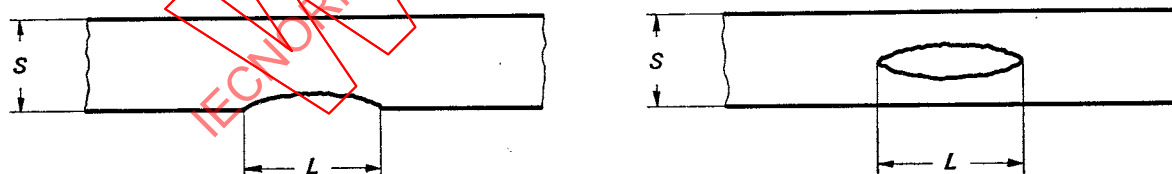
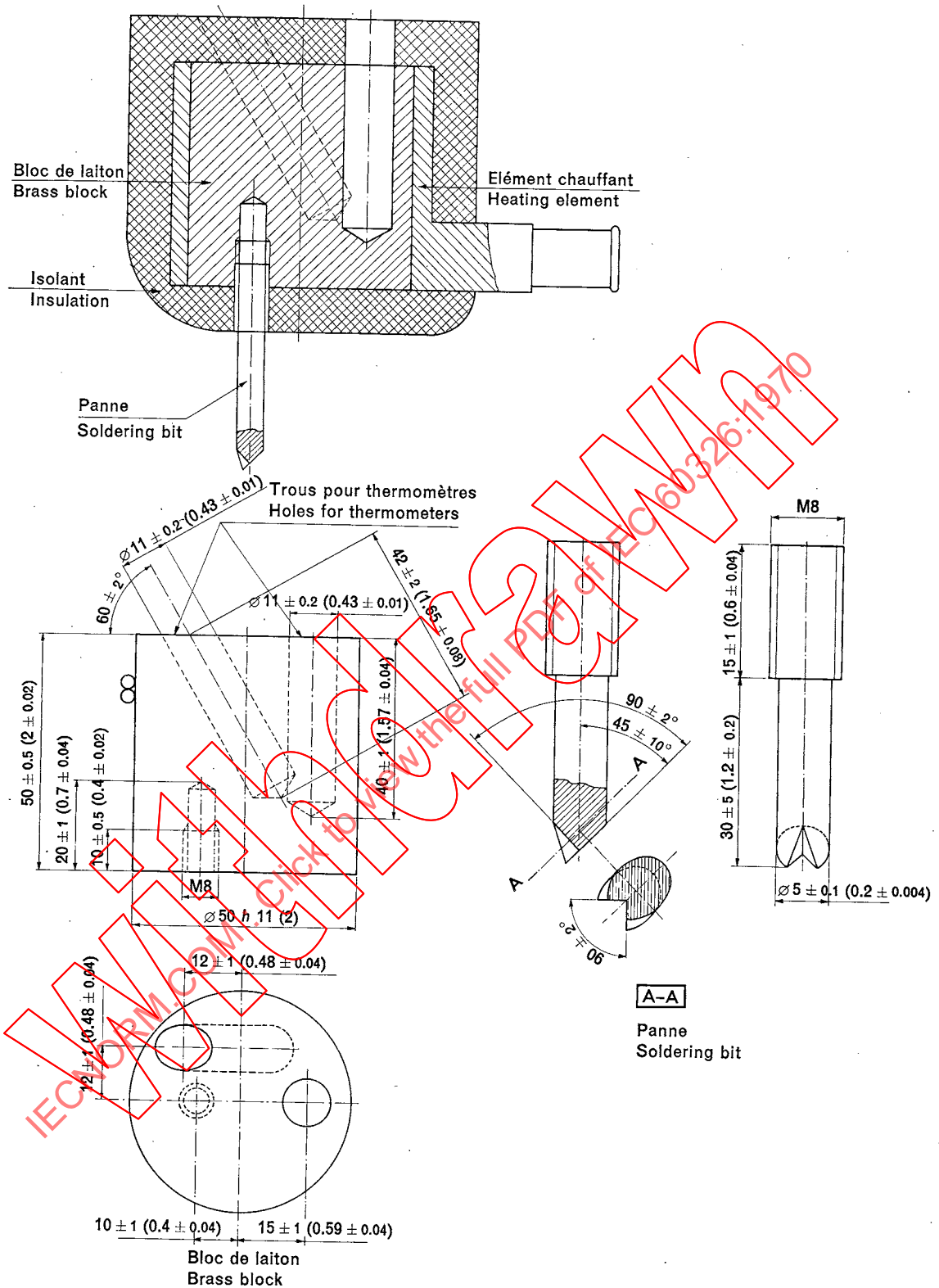


FIG. 2. — Longueur de défaut (paragraphe 4.5.2.3).
Length of defect (Sub-clause 4.5.2.3).

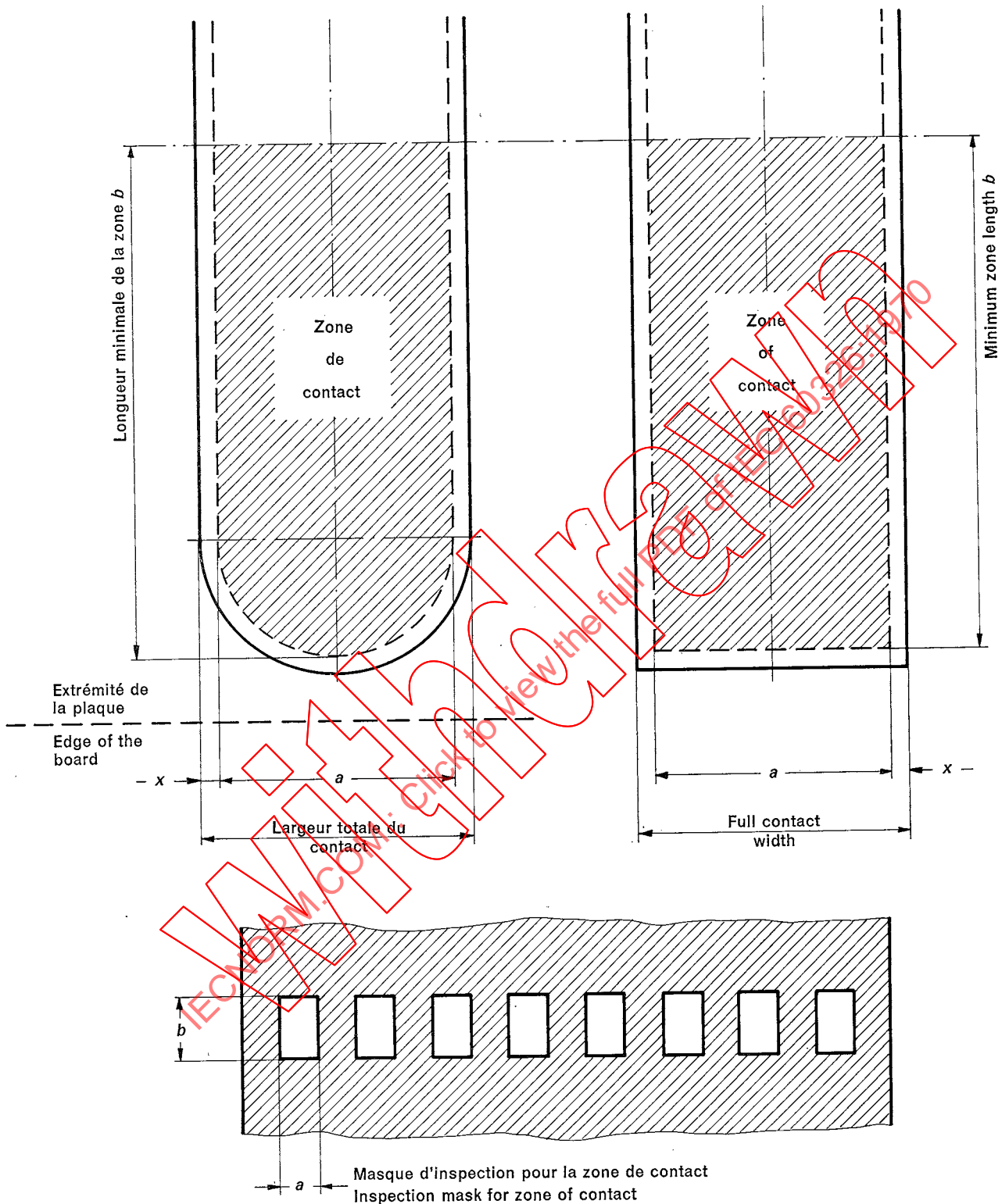


Dimensions en millimètres avec équivalents en inches entre parenthèses

Dimensions in millimetres with inch equivalents in parentheses

FIG. 3. — Exemple de fer à souder (paragraphe 6.2.2).
An example of a soldering tool (Sub-clause 6.2.2).

Zone de contact pour contacts d'extrémité de plaque imprimée
Zone of contact for printed edge board contacts



$x = 0,25 \text{ mm (0,01 in)}$ pour feuille de cuivre $35 \mu\text{m (0,0014 in)}$ s'il n'est pas spécifié autrement.
 $x = 0,25 \text{ mm (0,01 in)}$ for $35 \mu\text{m (0,0014 in)}$ copper foil unless otherwise specified.

FIG. 4. — Zone de contact (paragraphe 7.1).
Zone of contact (Sub-clause 7.1).

ANNEXE A

GUIDE D'ÉTUDE

Le graphique, figure 5, page 38, a été préparé dans le but de faciliter l'estimation des élévations de température (au-dessus de l'ambiance) en fonction du courant pour différentes sections de conducteurs gravés en cuivre. Il est destiné à être utilisé principalement pour du matériau de base recouvert de cuivre* de 1,6 mm (0,063 in) à 3,2 mm (0,125 in) d'épaisseur et pour du cuivre d'épaisseur de 35 μm (0,0014 in) et de 70 μm (0,0028 in). Les conditions normales d'étude sont prépondérantes si la surface conductrice est relativement faible comparée à la surface adjacente non recouverte de cuivre. Les courbes présentées comprennent une diminution de 10% (référée au courant) pour tenir compte des variations normales dans les techniques de gravure, l'épaisseur du cuivre et les estimations de largeur des conducteurs.

Une diminution supplémentaire de 15% ** du courant est suggérée dans les conditions suivantes:

1. Si la carte doit être enrobée.
2. Pour des cartes d'épaisseur de 0,8 mm (0,031 in) ou moins.
3. Pour des conducteurs d'épaisseur de plus de 70 μm (0,0028 in).

Une diminution de 30% est suggérée pour des cartes qui doivent être soudées par un procédé de soudures simultanées.

En utilisation courante, l'accroissement acceptable de température est défini comme étant la différence entre la température maximale, à laquelle le matériau peut travailler en sécurité, et la température ambiante à l'endroit où la carte est utilisée.

Pour un conducteur unique, le diagramme peut être directement utilisé pour déterminer les largeurs des conducteurs, l'épaisseur des conducteurs, la section et l'intensité maximale admissible correspondant à divers accroissements de température.

Pour des groupes de conducteurs parallèles identiques et rapprochés, l'augmentation de température peut être déterminée en utilisant une section équivalente et un courant équivalent. La section équivalente est la somme des sections des conducteurs parallèles, et le courant équivalent est la somme des courants dans les conducteurs.

Pour des applications correspondant à l'utilisation d'enroulements gravés, l'augmentation maximale de température peut être obtenue en utilisant une section équivalente égale à $2n$ fois la section du conducteur et un courant équivalent égal à $2n$ fois le courant dans l'enroulement, si n est égal au nombre de tours.

Un graphique de conversion (figure 6, page 39) donnant la résistance (par 10 mm ou 0,4 in) en fonction de la section des conducteurs gravés est inclus et peut être utilisé dans les applications où la chute de tension dans un conducteur peut être la première considération plutôt que l'accroissement de température.

* Les mesures sur lesquelles ce diagramme est basé ont été effectuées sur des laminés papier phénolique et verre époxy. On peut cependant considérer que d'autres types de laminés se comporteront de la même manière, s'ils ont des colles équivalentes.

** La diminution de courant suggérée par le guide d'étude est basée sur la supposition que l'on désire utiliser le matériau au maximum de ses possibilités. Cependant, pour des buts d'utilisation générale, l'utilisateur peut trouver plus convenable de prendre la valeur de diminution proposée à 50% de sa valeur, de manière à tenir compte de toutes les considérations possibles qui, en accord avec les spécifications, peuvent même inclure la séparation totale du conducteur du matériau de base.

APPENDIX A

DESIGN GUIDE

The design chart, Figure 5, page 38, has been prepared as an aid in estimating temperature rises (above ambient) against current for various cross-sectional areas of etched copper conductors. It is intended for use primarily with copper-clad base materials* of 1.6 mm (0.063 in) to 3.2 mm (0.125 in) thickness and copper thicknesses of 35 μm (0.0014 in) and 70 μm (0.0028 in). It is assumed that normal design conditions prevail where the conductor surface area is relatively small compared to the adjacent area without copper foil. The curves as presented include a 10% derating (on a current base) to allow for normal variations in etching techniques, copper thickness, and conductor width estimates.

Additional derating of 15%** of the current is suggested under the following conditions:

1. If the panel has to be coated.
2. For panel thickness of 0.8 mm (0.031 in) or less.
3. For conductor thickness of more than 70 μm (0.0028 in).

A derating of 30% is suggested for panels that are to be dip-soldered.

For general use, the permissible temperature rise is defined as the difference between the maximum safe operating temperature of the laminate and the maximum ambient temperature in the location where the panel will be used.

For single conductor applications, the chart may now be used directly for determining conductor widths, conductor thickness, cross-sectional area and current-carrying capacity for various temperature rises.

For groups of similar parallel conductors, if closely spaced, the temperature rise may be found by using an equivalent cross-section and an equivalent current. The equivalent cross-section is equal to the sum of the cross-sections of the parallel conductors, and the equivalent current is the sum of the currents in the conductors.

For applications where etched coils are to be used, the maximum temperature rises may be obtained by using an equivalent cross-section equal to $2n$ times the cross-section of the conductor, and an equivalent current equal to $2n$ times the current in the coil, where n is equal to the number of turns.

A conversion chart (Figure 6, page 39) showing resistance (for 10 mm or for 0.4 in) against cross-section for etched conductors has been included for use in those applications where the voltage drop in a conductor may be the primary consideration as opposed to temperature rise.

* The measurements on which this chart has been based have been made on paper-phenolic and glass-epoxy laminates. It may be assumed, however, that other types of laminates will behave in the same general manner, provided they have equivalent bonds.

** The suggested derating of the current shown in the design chart is based on the assumption that maximum usage of the material is desired. For general design purposes, however, the user may find it more expedient to set the derating figure at a uniform 50% value, in order to take care of all possible considerations which, according to data, would even include complete separation of the conductor from the insulating base.

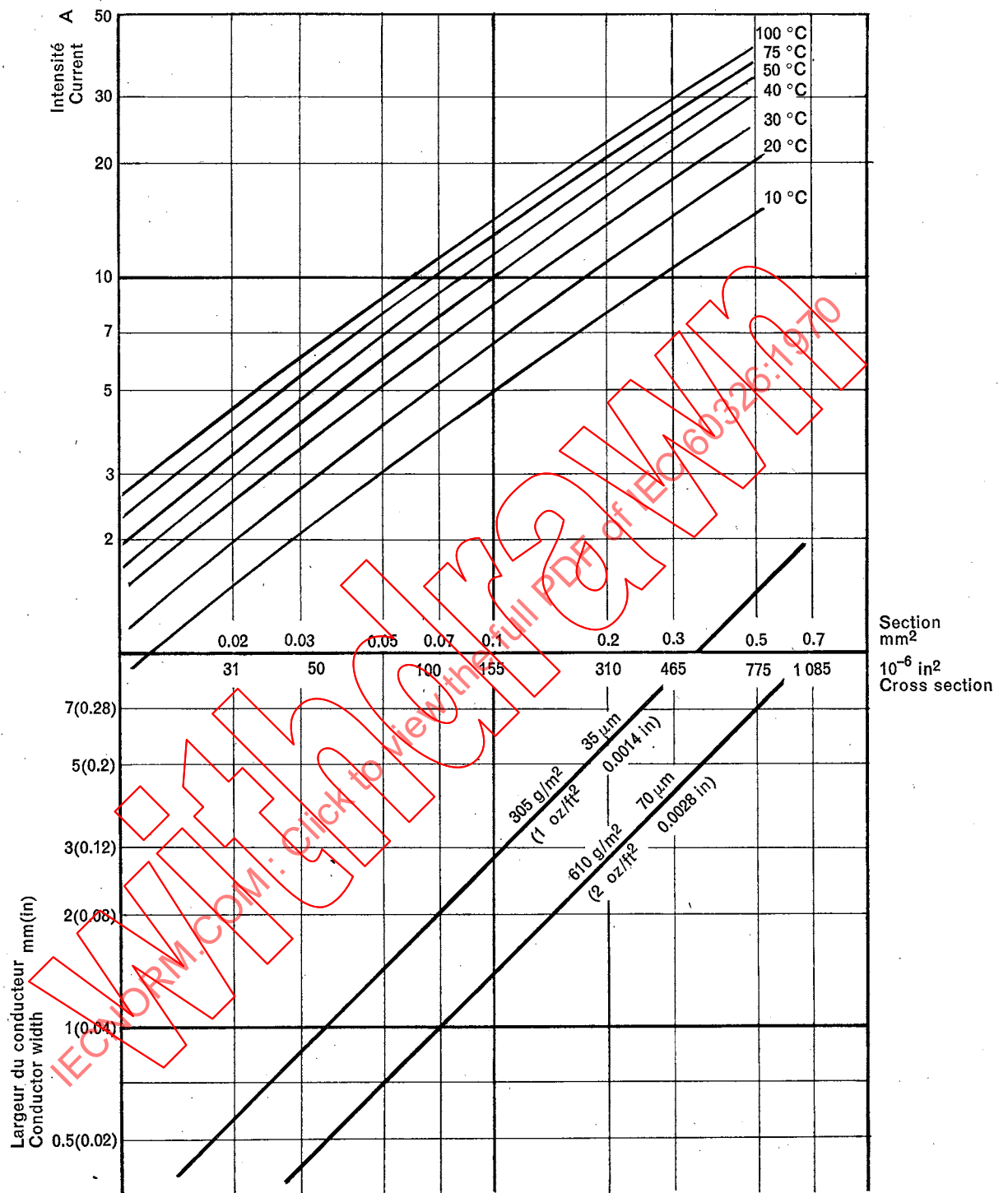


FIG. 5. — Graphique d'étude.
Design chart.

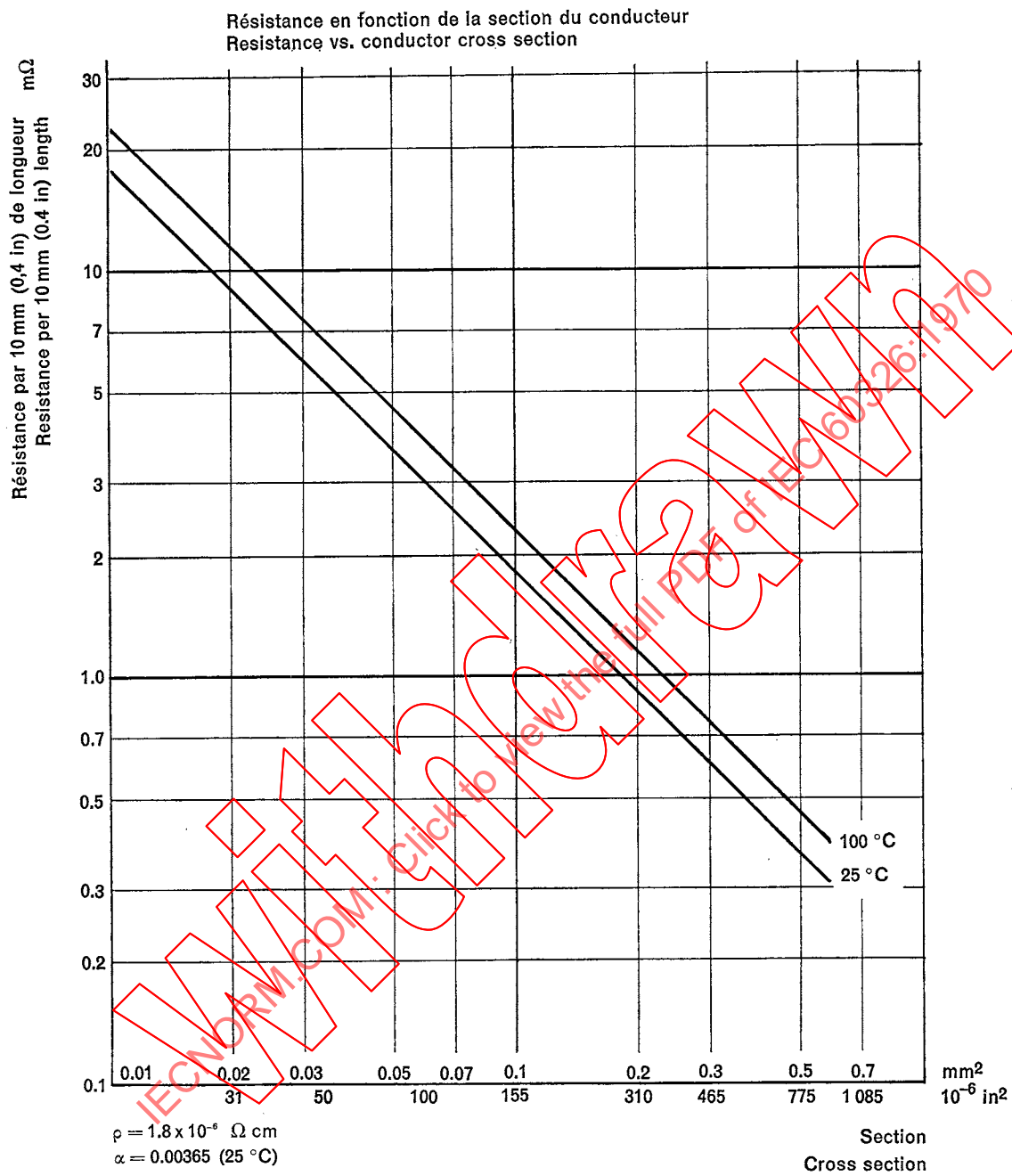
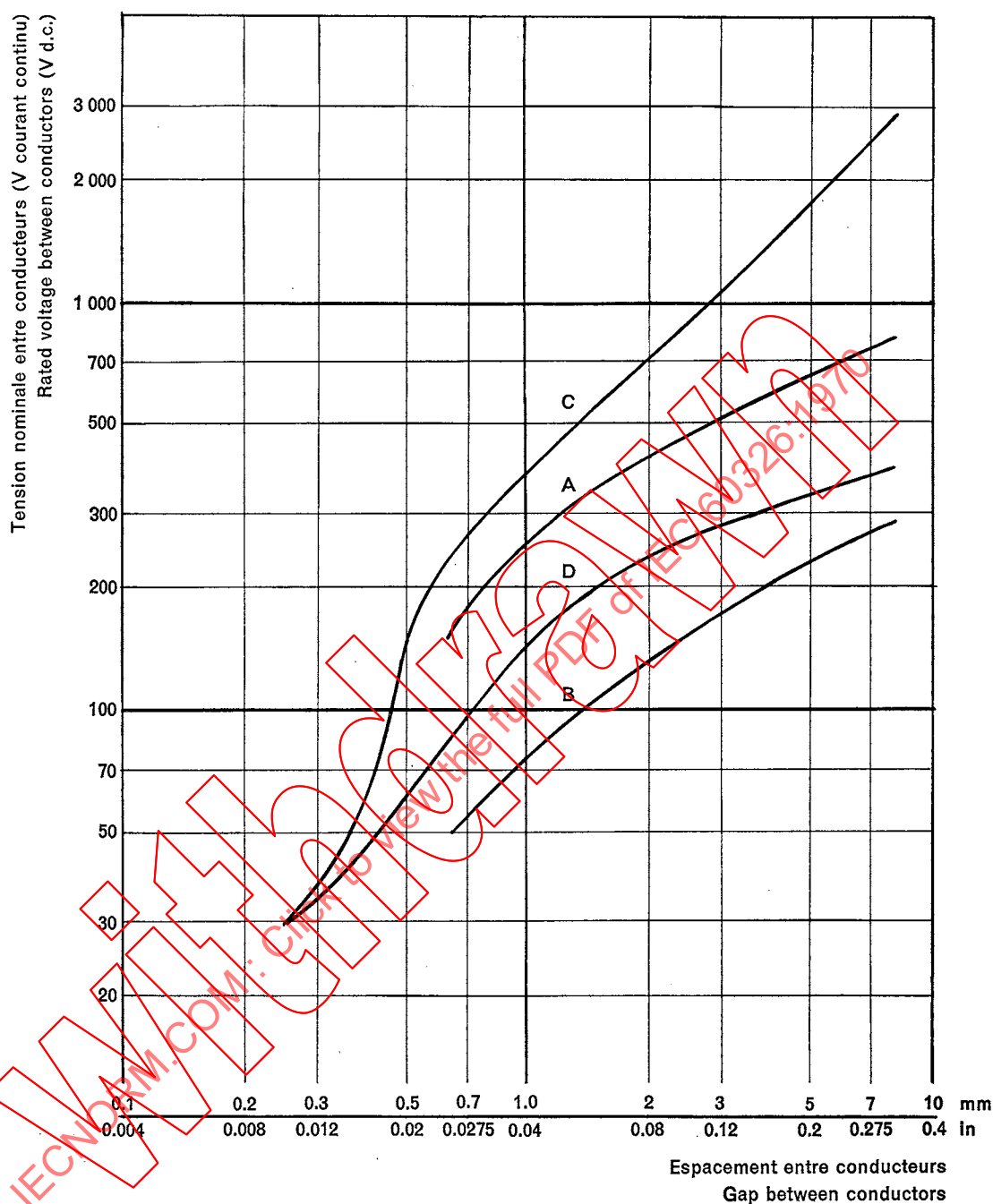


FIG. 6. — Graphique de conversion.
Conversion chart.

ANNEXE B

APPENDIX B



- A = non enrobé jusqu'à et y compris 3 000 m (10 000 ft) d'altitude
uncoated up to and including 3 000 m (10 000 ft) altitude
- B = non enrobé au-dessus de 3 000 m (10 000 ft) d'altitude jusqu'à et y compris 15 000 m (50 000 ft)
uncoated over 3 000 m (10 000 ft) up to and including 15 000 m (50 000 ft) altitude
- C = enrobé jusqu'à et y compris 3 000 m (10 000 ft) d'altitude
coated up to and including 3 000 m (10 000 ft) altitude
- D = enrobé au-dessus de 3 000 m (10 000 ft) d'altitude
coated over 3 000 m (10 000 ft) altitude

Note. — Pour des espacements supérieurs à 8 mm (0,315 in), les relations entre la tension nominale et les espacements doivent être déterminées individuellement. On doit faire attention au paragraphe 5.3.3 qui donne la relation entre la tension nominale et la tension d'essai.

For spacings over 8 mm (0.315 in), the relations between the rated voltage and the gaps have to be determined for each case. Attention is drawn to Sub-clause 5.3.3 giving the relation between the rated voltage and the test voltage.

FIG. 7. — Tension nominale en fonction de l'espacement entre conducteurs.
Rated voltage against the gap between conductors.

Page blanche

Blank page

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60326:1970

Withd 2M