

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C E I

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 249-1

Première édition — First edition

1968

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Première partie: Méthodes d'essai

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 1: Test methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

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Withdrawn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 249-1

Première édition — First edition

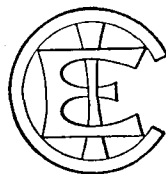
1968

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Première partie: Méthodes d'essai

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 1: Test methods



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
Article	
Objet	6
1. Conditions générales	6
1.1 Conditions atmosphériques normales d'essai	6
1.2 Nombre et dimensions des éprouvettes d'essai	6
1.3 Préparation des éprouvettes de matériaux de base à recouvrement métallique	6
2. Essais électriques	10
2.1 Résistance de la feuille	12
2.2 Résistance de surface après l'essai continu de chaleur humide	14
2.3 Résistivité en volume après l'essai continu de chaleur humide	16
2.4 Corrosion de surface	16
2.5 Corrosion du bord	18
2.6 Indice comparatif de cheminement	22
2.7 Constante diélectrique en volume et angle de perte de volume après l'essai continu de chaleur humide	22
2.8 Résistance d'isolement – généralités	24
2.9 Propriétés d'isolation à température élevée	24
3. Essais non électriques	24
3.1 Courbure	24
3.2 Courbure après essai de chaleur	26
3.3 Vrillage	26
3.4 Vrillage après essai de chaleur	26
3.5 Force d'arrachement	28
3.6 Force d'adhérence	28
3.7 Cloquage après choc thermique	34
3.8 Poinçonnage	36
3.9 Etat de surface	36
3.10 Soudabilité	36
4. Essais non électriques sur le matériau de base	36
4.1 Flexion	36
4.2 Fluage à haute température	38
4.3 Inflammabilité	38
4.4 Absorption d'eau	40
TABLEAU III: Taux de corrosion des feuilles de laiton	42
FIGURES	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
Scope	7
1. General requirements	7
1.1 Standard atmospheric conditions	7
1.2 Numbers and dimensions of test specimens	7
1.3 Preparation of test samples from metal-clad base materials	7
2. Electrical tests	11
2.1 Resistance of foil	13
2.2 Surface resistance after damp heat, steady state	15
2.3 Volume resistivity after damp heat, steady state	17
2.4 Surface corrosion	17
2.5 Corrosion at the edge	19
2.6 Comparative tracking index	23
2.7 Volume permittivity and volume loss tangent after damp heat, steady state	23
2.8 Insulation resistance – general	25
2.9 Properties of insulation at elevated temperature	25
3. Non-electrical tests	25
3.1 Bow	25
3.2 Bow after heating	27
3.3 Twist	27
3.4 Twist after heating	27
3.5 Pull-off strength	29
3.6 Peel strength	29
3.7 Blistering after heat shock	35
3.8 Punching	37
3.9 Surface finish	37
3.10 Solderability	37
4. Non-electrical tests on the base material	37
4.1 Flexural strength	37
4.2 Plastic yield at elevated temperature	39
4.3 Flammability	39
4.4 Water absorption	41
TABLE III: Degrees of corrosion of brass foils	43
FIGURES	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIAUX DE BASE A RECOUVREMENT MÉTALLIQUE
POUR CIRCUITS IMPRIMÉS**

Première partie: Méthodes d'essai

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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 CEI: Circuits imprimés, sur la base de travaux effectués par le Comité d'Etudes N° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Londres en 1961, à Eindhoven en 1962 et à Aix-les-Bains en 1964. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1965. Les commentaires reçus furent discutés lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965 et des modifications soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1966.

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Corée (République de)	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METAL-CLAD BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 1: Test methods

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote 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, on the basis of previous work carried out by IEC Technical Committee No. 15, Insulating Materials.

Drafts were discussed at the meetings held in London in 1961, in Eindhoven in 1962 and in Aix-les-Bains in 1964. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1965. Comments received were discussed at the meeting held in Tokyo in 1965 and amendments submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 1:

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

MATÉRIAUX DE BASE A RECOUVREMENT MÉTALLIQUE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Première partie: Méthodes d'essai

Objet

Cette recommandation décrit les méthodes d'essais des propriétés électriques, mécaniques et autres des matériaux de base à recouvrement métallique en plaques pour utilisation dans le domaine des circuits imprimés, indépendamment de la nature du matériau isolant de base.

Les méthodes données ci-après pour la préparation des échantillons et éprouvettes d'essai ne sont complètes que pour les matériaux recouverts de cuivre. Elles pourront être étendues ultérieurement aux matériaux recouverts d'autres métaux.

Note. — Les méthodes d'essai sont destinées aux essais de type. Les résultats ne doivent pas être considérés comme données techniques.

1. Conditions générales

1.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

1.1.1 Préconditionnement

Sauf spécification contraire figurant dans cette recommandation, chaque éprouvette sera, avant essai et/ou avant que les mesures ne soient effectuées, préconditionnée dans les conditions atmosphériques normales d'essai décrites dans la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants, Première partie: Généralités, paragraphe 4.3, pendant un temps suffisamment long pour permettre à l'éprouvette d'atteindre un équilibre thermique.

1.1.2 Essais

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être menés dans les conditions atmosphériques normales d'essais décrites dans la Publication 68 de la CEI.

Si cela est nécessaire, la température ambiante et l'humidité relative ambiante auxquelles se fait l'essai ou la mesure seront notées dans le rapport.

En cas de différend entre client et fournisseur sur les résultats des essais, les essais seront effectués dans les «conditions de référence» mentionnées dans la Publication 68-1 de la CEI, paragraphe 4.2.

1.2 Nombre et dimensions des éprouvettes d'essais

Voir le tableau I, page 8.

1.3 Préparation des éprouvettes de matériaux de base à recouvrement métallique

1.3.1 Préparation des éprouvettes gravées de stratifiés plaqués cuivre

1.3.1.1 Lavage et impression des éprouvettes destinées à être gravées

Pour obtenir un dessin d'essai, la face cuivrée du morceau de la plaque à essayer sera d'abord nettoyée avec de l'eau, une poudre abrasive, par exemple de pierre ponce (voir note) et, au besoin, du phosphate trisodique, jusqu'à ce que l'eau recouvre d'une mince couche continue toute la face de l'éprouvette.

Le dessin sera imprimé sur la face cuivrée par photogravure ou toute autre méthode donnant la précision spécifiée.

METAL-CLAD BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 1: Test methods

Scope

This Recommendation describes methods of testing electrical, mechanical and other properties of metal-clad base materials in sheet form for application in the field of printed circuits irrespective of the nature of the insulating base material.

The methods given herein, for the preparation of test samples and specimens, are complete for copper-clad materials only. They may be expanded in the future to cover materials clad with other metals.

Note. — The test methods are intended for qualification or type tests only. The results should not be regarded as providing engineering data.

1. General requirements

1.1 *Standard atmospheric conditions*

1.1.1 *Pre-conditioning*

Unless otherwise specified herein, each test specimen shall, before test and/or before measurements are made, be preconditioned in the standard atmospheric conditions for testing specified in IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 1, General, Sub-clause 4.3, for a time sufficient to allow the entire specimen to reach temperature equilibrium.

1.1.2 *Testing*

Unless otherwise specified herein, all tests shall be carried out in the standard atmospheric conditions for testing specified in IEC Publication 68.

If required, the ambient temperature and the ambient relative humidity at which the test or measurement is made shall be stated in the report.

In cases of dispute between purchaser and vendor about results, the tests shall be carried out in one of the "referee conditions" specified in IEC Publication 68-1, Sub-clause 4.2.

1.2 *Numbers and dimensions of test specimens*

See Table I, page 9.

1.3 *Preparation of test samples from metal-clad base materials*

1.3.1 *Preparation of etched test samples from copper-clad base materials*

1.3.1.1 *Washing and printing to form test patterns*

If a test pattern is to be formed, the copper face of a piece of the sheet under test shall first be washed with water, an abrasive powder, e.g. pumice (see Note) and, if necessary, trisodium phosphate, until water will remain in an unbroken film covering the whole face.

The pattern shall be printed on the copper face by means of a photo-engraving or other technique that gives the specified accuracy.

TABLEAU I

Nombre et dimensions des éprouvettes d'essai

Para- graphe	Méthode d'essai	Nombre d'éprouvettes à essayer	Dimensions des éprouvettes
2.1	Résistance de la feuille	4	25 ± 0,2 mm × 330 mm (0,98 ± 0,008 in × 13 in)
2.2	Résistance de surface	4	100 × 100 mm (4 × 4 in) Figure 1
2.3	Résistivité en volume		
2.4	Corrosion de surface	4	Voir paragraphes 2.2/2.3 Figure 1
2.5	Corrosion de bord	4	Longueur env. 24 mm (0,94 in) Largeur: suivant appareillage
2.7	Constante diélectrique en volume	4	Suivant méthode utilisée
	Angle de perte de volume		
2.8	Résistance d'isolement	4	Longueur au moins 75 mm (3 in) Largeur au moins 50 mm (2 in) Figure 5
3.1	Courbure	1	Planche à essayer
3.3	Vrillage	1	Planche à essayer
3.5	Force d'arrachement	10 pastilles	Toute dimension convenable
3.6	Force d'adhérence après:		
3.6.2	a) choc thermique	Au moins 1 (4 bandes)	75 ± 1 mm × 50 ± 1 mm (2,95 ± 0,04 in × 1,97 ± 0,04 in) Figure 7
3.6.3	b) chaleur sèche	Au moins 1 (4 bandes)	
3.6.4	c) exposition aux vapeurs de solvant	Au moins 1 (4 bandes)	
3.6.5	d) exposition aux conditions simulées de revêtement électrolytique	Au moins 1 (4 bandes)	
3.7	Cloquage après choc thermique	1	100 × 100 mm (4 × 4 in) Figure 1
4.1	Flexion	5 dans chacune des deux directions	Longueur: au moins 20 × épaisseur du matériau de base Largeur: 10 ± 0,5 mm (0,394 ± 0,02 in) ou 25 ± 0,5 mm (0,984 ± 0,02 in) selon l'épaisseur
4.3	Inflammabilité	4	125 ± 5 mm × 13 ± 1 mm (4,92 ± 0,2 in × 0,51 ± 0,04 in)
4.4	Absorption d'eau	3	50 ± 1 mm × 50 ± 1 mm (1,97 ± 0,04 in × 1,97 ± 0,04 in)

1.3.1.2 Méthode de gravure

La gravure, qu'elle soit faite dans le but de former des dessins d'essais ou de retirer complètement la feuille de cuivre, doit être effectuée par projection ou pulvérisation, ou par une méthode équivalente, avec une solution de chlorure ferrique de poids spécifique 1,32 à 1,41 (35° Baumé à 42° Baumé). La température de la solution ne devra pas excéder 37 °C (100 °F).

Si l'on crée un dessin d'essai, le temps de gravure doit être suffisant pour produire une image claire et distincte.

TABLE I

Numbers and dimensions of test specimens

Sub-clause	Test method	Number of specimens to be tested	Dimensions of test specimen
2.1	Resistance of foil	4	25 ± 0.2 mm × 330 mm (0.98 ± 0.008 in × 13 in)
2.2	Surface resistance	4	100 × 100 mm (4 × 4 in) Figure 1
2.3	Volume resistivity		
2.4	Surface corrosion		
2.5	Corrosion at the edge	4	Length appr. 24 mm (0.94 in) Width: to suit apparatus
2.7	Volume permittivity	4	To suit method used
	Volume loss tangent		
2.8	Insulation resistance	4	Length at least 75 mm (3 in) Width at least 50 mm (2 in) Figure 5
3.1	Bow	1	Sheet under test
3.3	Twist	1	Sheet under test
3.5	Pull-off strength	10 lands	Any convenient size
3.6	Peel strength after:		
3.6.2	a) heat shock	At least 1 (4 strips)	75 ± 1 mm × 50 ± 1 mm (2.95 ± 0.04 in × 1.97 ± 0.04 in) Figure 7
3.6.3	b) dry heat	At least 1 (4 strips)	
3.6.4	c) exposure to solvent vapour	At least 1 (4 strips)	
3.6.5	d) exposure to simulated plating conditions	At least 1 (4 strips)	
3.7	Blistering after heat shock	1	100 × 100 mm (4 × 4 in) Figure 1
4.1	Flexural strength	5 in each of two directions	Length: at least 20 × thickness of base material Width: 10 ± 0.5 mm (0.394 ± 0.02 in) or 25 ± 0.5 mm (0.984 ± 0.02 in) according to thickness
4.3	Flammability	4	125 ± 5 mm × 13 ± 1 mm (4.92 ± 0.2 in × 0.51 ± 0.04 in)
4.4	Water absorption	3	50 ± 1 mm × 50 ± 1 mm (1.97 ± 0.04 in × 1.97 ± 0.04 in)

1.3.1.2 Method of etching

Etching, whether for forming test patterns or for the complete removal of the foil, shall be carried out with a spray or by an equivalent method, with an aqueous solution of ferric chloride of specific gravity 1.32 to 1.41 (35° Baumé to 42° Baumé). The temperature of the solution shall not exceed 37 °C (100 °F).

If a test pattern is being formed, the etching time shall be sufficient to produce a clear and distinct image.

Le temps de gravure ne doit pas dépasser celui indiqué dans le tableau ci-dessous:

Poids de la feuille	305 g/m ² (1 oz/ft ²)	610 g/m ² (2 oz/ft ²)
Épaisseur de la feuille	35 µm (0,0014 in)	70 µm (0,0028 in)
Temps de gravure	7 min	15 min

Si des résidus de cuivre restent après la gravure, l'éprouvette ou la plaque ne sera pas utilisée pour l'essai.

1.3.1.3 Nettoyage et séchage après gravure

Aussitôt après sa gravure, l'éprouvette ou la plaque sera lavée à l'eau courante froide d'une résistivité non inférieure à 1 000 ohm × cm, pendant 15 min à 30 min ou pendant autant de temps qu'il sera nécessaire pour éliminer la contamination de surface.

Si un dessin d'essai a été gravé, le masque sera enlevé par tout moyen approprié (par exemple en frottant légèrement avec de l'eau et de la pierre ponce (voir note) au moyen d'un tampon de coton monté sur une surface rigide).

Il faut veiller à ne pas user la couche adhésive.

Ce nettoyage doit être poursuivi jusqu'à ce que l'eau recouvre d'une mince couche continue toute la face de l'éprouvette d'essai. Tout résidu de pierre ponce ou autre produit nettoyant doit être éliminé à l'eau courante.

L'éprouvette ou la plaque sera alors rincée trois fois pendant 2 min chaque fois dans des eaux différentes de résistivité non inférieure à 100 000 ohm × cm.

On fera s'écouler ensuite l'eau de la surface et l'éprouvette sera séchée pendant 4 h à 55 ± 2 °C en étuve. Tous les essais doivent être effectués à l'intérieur d'une période ne dépassant pas trois semaines de la sortie d'étuve. Pendant cette période, jusqu'au préconditionnement mentionné au paragraphe 1.1.1, les éprouvettes doivent être placées dans une enceinte convenable.

Note. — La pierre ponce de dénomination commerciale «GRADE 240» est satisfaisante.

1.3.2 Préparation des éprouvettes d'essais de matériaux à recouvrement métallique autre que du cuivre

Pas de recommandations.

2. Essais électriques

2.0.1 Précautions à prendre pour certains essais électriques

Pour certains essais électriques, il faut mettre les éprouvettes à l'abri de la contamination. Pendant ces essais, la manipulation des éprouvettes sera réduite au minimum, les éprouvettes étant tenues par les bords ou par les fils de connexion le cas échéant.

La manipulation doit être effectuée avec des gants de caoutchouc ou de polyéthylène.

L'utilisation de dispositifs de fixation possédant des contacts à ressort évite les fils de connexion, soudure et fluxage.

The etching time shall not exceed that shown in the following table:

Weight of foil	305 g/m ² (1 oz/ft ²)	610 g/m ² (2 oz/ft ²)
Thickness of foil	35 µm (0.0014 in)	70 µm (0.0028 in)
Etching time, max	7 min	15 min

If particles of copper remain after the etching, the specimen or sample shall not be used for testing.

1.3.1.3 *Cleaning and drying after etching*

Immediately after it is etched, the specimen or sample shall be washed in cold running water of resistivity not less than 1 000 ohm × cm for 15 min to 30 min or for such time as is necessary for removing surface contamination.

If a test pattern has been formed, the resist shall be removed by any suitable means (e.g. a light scrubbing with water and pumice (see Note) applied with a felt pad mounted on a firm surface).

Care shall be taken to minimize abrasion of the adhesive layer.

This cleaning process shall be continued until water will remain in an unbroken film covering the whole face of the test specimen. Any residue of pumice or other cleaning agent shall be washed off with running water.

The specimen or sample shall then be rinsed three times, for 2 min each time, in different lots of water of resistivity not less than 100 000 ohm × cm.

Surface water shall then be removed from it and it shall be dried for 4 h at 55 ± 2 °C in an oven. All tests shall start within three weeks of removal from the oven. During this time, until preconditioning according to Sub-clause 1.1.1 is started, the specimens shall be kept in a suitable container.

Note. — Pumice known commercially as of “GRADE 240” is satisfactory.

1.3.2 *Preparation of test sample and specimens from materials clad with metals other than copper*

No recommendations are made.

2. **Electrical tests**

2.0.1 *Precautions to be taken in certain electrical tests*

In certain electrical tests, it is necessary to guard against contamination of the test specimen. During these tests, handling of the specimens shall be kept to a minimum, the specimens being held by the edges or by the connecting wires as appropriate.

Rubber or polyethylene gloves shall be worn.

The use of fixtures with spring loaded contacts removes the need of connecting wires, solders and fluxes.

En soudant les fils de connexion il faudra veiller à éviter toute contamination de la surface du matériau de base isolant par le flux de la soudure. On utilisera un masque pour cette opération.

L'utilisation de solvants pour retirer les impuretés peut contribuer à répandre les impuretés sur la surface.

Les articles ci-dessous indiquent dans quels cas ces précautions doivent être prises.

2.1 *Résistance de la feuille*

2.1.1 *Eprouvette*

L'éprouvette sera une bande du matériau de base à recouvrement métallique de $25 \pm 0,2$ mm de large sur environ 330 mm de long ($0,98 \pm 0,008$ in $\times$ 13 in), prélevée sur la plaque à essayer.

Quatre éprouvettes seront essayées.

2.1.2 *Méthode d'essai*

L'éprouvette sera placée sa surface plaquée en contact avec les lames ou les points de contact. Les lames toucheront la feuille sur toute sa largeur et seront perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette. La distance entre les contacts de courant sera de 300 mm (11,8 in); les contacts de potentiel seront distants de 150 ± 1 mm ($5,9 \pm 0,04$ in) et à la même distance des contacts de courant.

On mesurera la résistance de la feuille entre les contacts. Le courant sera maintenu suffisamment bas pour éviter un échauffement de l'éprouvette. Sa valeur maximale sera donnée en feuille particulière.

La température ambiante sera mesurée et la résistance mesurée sera corrigée à la valeur qu'elle aurait eue à 20 °C.

Pour du cuivre ayant une conductivité de 96%*, le facteur de correction est donné par la formule:

$$k = \frac{1}{1 + 0,00378 (t - 20)}$$

Les valeurs de k pour des températures comprises entre + 15 °C et + 35 °C sont données dans le tableau II.

TABLEAU II

Facteurs de correction

Température °C	Facteur de correction
15	1,019
16	1,015
17	1,011
18	1,008
19	1,004
20	1,000
21	0,996
22	0,992
23	0,989
24	0,985
25	0,981

Température °C	Facteur de correction
26	0,978
27	0,974
28	0,971
29	0,967
30	0,964
31	0,960
32	0,957
33	0,953
34	0,950
35	0,946

* Specification internationale pour le cuivre-type recuit (I.A.C.S.)

If connecting wires are being attached, care shall be taken to prevent any contamination of the surface of the insulating base material by solder flux. A mask should be used for this purpose.

The use of solvents for removing contaminants may result in spreading the contaminants over the whole surface.

The relevant clauses show where these precautions are needed.

2.1 Resistance of foil

2.1.1 Test specimen

The test specimen shall be a strip of clean metal-clad base material 25 ± 0.2 mm wide and approximately 330 mm long (0.98 ± 0.008 in $\times$ 13 in), cut from the sheet under test.

Four specimens shall be tested.

2.1.2 Procedure

The test specimen shall be placed with its foil surface in touch with line or point contacts. Line contacts shall touch the foil across its whole width and shall be at right angles to the major axis of the test specimen. The distance between current contacts shall be 300 mm (11.8 in); the potential contacts shall be 150 ± 1 mm (5.9 ± 0.04 in) apart and at equal distance from the current contacts.

The resistance of the foil between the contacts shall be measured. The current shall be kept small enough to avoid heating the specimen appreciably; its maximum value shall be given on the specification sheets.

The ambient temperature shall be measured and the measured resistance corrected to 20 °C.

For copper of 96% conductivity* the correction factor is given by the formula:

$$k = \frac{1}{1 + 0.00378(t - 20)}$$

The values of k for temperatures between + 15 °C and + 35 °C are given in Table II.

TABLE II

Correction factors

Temperature °C	Correction factor
15	1.019
16	1.015
17	1.011
18	1.008
19	1.004
20	1.000
21	0.996
22	0.992
23	0.989
24	0.985
25	0.981

Temperature °C	Correction factor
26	0.978
27	0.974
28	0.971
29	0.967
30	0.964
31	0.960
32	0.957
33	0.953
34	0.950
35	0.946

* International Annealed Copper Standard (I.A.C.S.)

2.1.3 *Rapport*

La résistance maximale ainsi mesurée sera notée comme étant la résistance de la feuille.

2.2 *Résistance de surface après l'essai continu de chaleur humide*

2.2.1 *Eprouvette*

L'éprouvette sera un morceau du matériau de base à recouvrement métallique prélevé sur la plaque à l'essai. Elle aura la forme d'un carré de 100 mm (4 in) de côté et, avant impression, devra avoir la même épaisseur que la plaque à essayer.

Elle sera imprimée sur un côté avec l'anneau et le disque dessinés sur la figure 1, page 46, selon la méthode du paragraphe 1.3. Si la plaque est recouverte de métal des deux côtés, le recouvrement métallique de l'envers de l'éprouvette sera complètement retiré par la méthode décrite au paragraphe 1.3, ou il sera laissé intact.

Les fils de connexion ou les contacts à ressort pourront alors être attachés à l'anneau et au disque.

Quatre éprouvettes seront essayées.

2.2.2 *Méthode d'essai*

S'il n'y a pas de feuille métallique sur l'envers de l'éprouvette, un système à trois électrodes comme décrit dans la Publication 93 de la CEI: Méthodes recommandées pour la mesure des résistivités transversales et superficielles d'un matériau isolant électrique, sera utilisé. On n'utilisera ni électrodes évaporées, ni électrodes métallisées par projection.

Lorsqu'il est nécessaire d'attacher les fils sur la peinture conductive d'argent, on peut utiliser par exemple un adhésif conducteur ayant caractéristique de durcissement à température ambiante.

L'électrode placée sur l'envers devra couvrir toute la surface.

Chaque éprouvette sera soumise à l'essai Ca: Essai continu de chaleur humide, (sévérité 4 jours) de la Publication 68-2-3 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants, Deuxième partie: Essais – Essai C: Essai de longue durée de chaleur humide (à moins qu'il n'y ait une autre exigence dans les conditions d'essai), y compris la reprise.

La résistance entre l'anneau et le disque sera mesurée par la méthode indiquée ci-dessous, soit à la fin de la période de chaleur humide avant le retrait des éprouvettes de la chambre climatique, soit à la fin de la période de reprise. Les éprouvettes seront retirées des conditions de reprise et on mesurera la résistance entre l'anneau et le disque dans les 5 minutes qui suivront.

Le choix entre les deux méthodes doit faire l'objet d'une entente entre fabricant et acheteur.

La mesure de la résistance mentionnée ci-dessus sera effectuée selon la Publication 93 de la CEI, à 500 ± 50 V en courant continu, après électrification pendant 1 min. Les connexions électriques des éprouvettes seront branchées comme il est indiqué sur la figure 2, page 46. L'appareil utilisé pour mesurer la résistance sera tel que l'erreur de mesure sera inférieure à $\pm 50\%$.

Les précautions et conditions prévues au paragraphe 2.0.1 et dans la Publication 68 de la CEI seront observées.

2.2.3 *Rapport*

La valeur minimale des quatre résistances ainsi mesurées sera notée comme étant la résistance de surface après l'essai continu de chaleur humide de la plaque à l'essai.

Il sera noté si les mesures ont été effectuées à l'intérieur de la chambre ou après sortie de la chambre et reprise.

2.1.3 *Report*

The maximum resistance so measured shall be reported as the resistance of the foil.

2.2 *Surface resistance after damp heat, steady state*

2.2.1 *Test specimen*

The test specimen shall be a piece of metal-clad base material cut from the sheet under test. It shall be a square of 100 mm (4 in) side and, before it is printed, it shall be of the thickness of the sheet.

It shall be printed on one side with the ring and disk pattern of Figure 1, page 46, by the appropriate method of Sub-clause 1.3. If the sheet is clad with metal on both sides, the metal on the other side of the specimen shall either be completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3, or shall be left intact.

Connecting wires or spring loaded contacts may then be attached to the ring and the disk.

Four specimens shall be tested.

2.2.2 *Procedure*

If there is no metal foil on the reverse face of the specimen, a three-electrode system in accordance with IEC Publication 93, Recommended Methods of Test for Volume and Surface Resistivities of Electrical Insulating Materials, shall be used. Neither evaporated nor sputtered metal electrodes shall be used.

When leads are to be attached to conductive silver paint, this may, for instance, be accomplished by the use of conductive adhesive having room temperature cure characteristics.

The electrode on the reverse face shall cover the whole of that face.

The specimen shall then be subjected to Test Ca, Damp Heat, Steady State, (severity 4 days), of IEC Publication 68-2-3, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 2, Tests – Test C: Damp Heat (Long Term Exposure) (unless otherwise stated in the requirements), including recovery.

The resistance between the ring and the disk shall be measured by the method indicated below, either at the end of the damp heat period before removal of the specimen from the humidity chamber, or at the end of the recovery period. The specimen shall be removed from the recovery conditions and the resistance between ring and disk shall be measured within 5 minutes.

The choice between the two alternatives is subject to agreement between manufacturer and purchaser.

The above-mentioned resistance measurements shall be made in accordance with IEC Publication 93 at 500 ± 50 V d.c. after electrification for 1 min. The electrical connections to the test specimen shall be made as shown in Figure 2, page 46. The apparatus used for measuring resistance shall be such that the error of the measurement is less than $\pm 50\%$.

The relevant precautions and requirements of Sub-clause 2.0.1 and of IEC Publication 68 shall be observed.

2.2.3 *Report*

The minimum value of the four resistances so measured shall be reported as the surface resistance after damp heat, steady state, of the sheet under test.

It shall be stated whether the measurements have been carried out within the chamber or after removal and recovery.