

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
249-1

Deuxième édition  
Second edition  
1982

---

---

**Matériaux de base pour circuits imprimés**

**Partie 1:**  
Méthodes d'essai

**Base materials for printed circuits**

**Part 1:**  
Test methods

© CEI 1982 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

X

• Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

|                                                                                                 | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . .                                                                             | 4     |
| PRÉFACE . . . . .                                                                               | 4     |
| Articles                                                                                        |       |
| Domaine d'application . . . . .                                                                 | 8     |
| 1. Généralités . . . . .                                                                        | 8     |
| 1.1 Conditions atmosphériques normales d'essai . . . . .                                        | 8     |
| 1.2 Précision du chronométrage et des mesures . . . . .                                         | 8     |
| 1.3 Epreuves d'essai . . . . .                                                                  | 10    |
| 2. Essais électriques . . . . .                                                                 | 12    |
| 2.0 Précautions à prendre pour certains essais électriques . . . . .                            | 12    |
| 2.1 Résistance de la feuille . . . . .                                                          | 16    |
| 2.2 Résistance superficielle après l'essai continu de chaleur humide . . . . .                  | 18    |
| 2.3 Résistivité transversale après l'essai continu de chaleur humide . . . . .                  | 20    |
| 2.4 Corrosion de surface . . . . .                                                              | 20    |
| 2.5 Corrosion de bord . . . . .                                                                 | 22    |
| 2.6 Indice de résistance au cheminement . . . . .                                               | 22    |
| 2.7 Permittivité et facteur de dissipation après chaleur humide et reprise . . . . .            | 22    |
| 2.8 Rigidité diélectrique normale au plan de la feuille . . . . .                               | 24    |
| 2.9 Caractéristiques d'isolement à température élevée . . . . .                                 | 26    |
| 3. Essais non électriques sur le matériau à recouvrement métallique . . . . .                   | 26    |
| 3.1 Courbure . . . . .                                                                          | 26    |
| 3.2 Courbure après traitement thermique . . . . .                                               | 28    |
| 3.3 Vrillage . . . . .                                                                          | 28    |
| 3.4 Vrillage après traitement thermique . . . . .                                               | 30    |
| 3.5 Force d'arrachement . . . . .                                                               | 30    |
| 3.6 Force d'adhérence . . . . .                                                                 | 32    |
| 3.7 Cloquage après choc thermique . . . . .                                                     | 40    |
| 3.8 Poinçonnage et usinage . . . . .                                                            | 42    |
| 3.9 Etat de surface . . . . .                                                                   | 42    |
| 3.10 Soudabilité . . . . .                                                                      | 44    |
| 3.11 Stabilité dimensionnelle . . . . .                                                         | 44    |
| 3.12 Résistance aux flexions répétées . . . . .                                                 | 48    |
| 3.13 Masse de la feuille métallique par unité de surface, après collage (par gravure) . . . . . | 52    |
| 3.14 Epaisseur . . . . .                                                                        | 52    |
| 4. Essais non électriques sur le support isolant . . . . .                                      | 54    |
| 4.1 Flexion . . . . .                                                                           | 54    |
| 4.2 Aucun essai n'est attribué à ce paragraphe . . . . .                                        | 54    |
| 4.3 Inflammabilité . . . . .                                                                    | 54    |
| 4.4 Absorption d'eau . . . . .                                                                  | 64    |
| FIGURES . . . . .                                                                               | 66    |

## CONTENTS

|                                                                                | Page |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD . . . . .                                                             | 5    |
| PREFACE . . . . .                                                              | 5    |
| Clause                                                                         |      |
| Scope . . . . .                                                                | 9    |
| 1. General . . . . .                                                           | 9    |
| 1.1 Standard atmospheric conditions . . . . .                                  | 9    |
| 1.2 Precision of timing and measurements . . . . .                             | 9    |
| 1.3 Test specimens . . . . .                                                   | 11   |
| 2. Electrical tests . . . . .                                                  | 13   |
| 2.0 Precautions to be taken in certain electrical tests . . . . .              | 13   |
| 2.1 Resistance of foil . . . . .                                               | 17   |
| 2.2 Surface resistance after damp heat, steady state . . . . .                 | 19   |
| 2.3 Volume resistivity after damp heat, steady state . . . . .                 | 21   |
| 2.4 Surface corrosion . . . . .                                                | 21   |
| 2.5 Corrosion at the edge . . . . .                                            | 23   |
| 2.6 Comparative tracking index . . . . .                                       | 23   |
| 2.7 Permittivity and dissipation factor after damp heat and recovery . . . . . | 23   |
| 2.8 Electric strength normal to plane of sheet . . . . .                       | 25   |
| 2.9 Properties of insulation at elevated temperature . . . . .                 | 27   |
| 3. Non-electrical tests on metal-clad materials . . . . .                      | 27   |
| 3.1 Bow . . . . .                                                              | 27   |
| 3.2 Bow after heating . . . . .                                                | 29   |
| 3.3 Twist . . . . .                                                            | 29   |
| 3.4 Twist after heating . . . . .                                              | 31   |
| 3.5 Pull-off strength . . . . .                                                | 31   |
| 3.6 Peel strength . . . . .                                                    | 33   |
| 3.7 Blistering after heat shock . . . . .                                      | 41   |
| 3.8 Punching and machining . . . . .                                           | 43   |
| 3.9 Surface finish . . . . .                                                   | 43   |
| 3.10 Solderability . . . . .                                                   | 45   |
| 3.11 Dimensional stability . . . . .                                           | 45   |
| 3.12 Flexural fatigue . . . . .                                                | 49   |
| 3.13 Mass per unit area of metal foil after lamination (by etching) . . . . .  | 53   |
| 3.14 Thickness . . . . .                                                       | 53   |
| 4. Non-electrical tests on the base material . . . . .                         | 55   |
| 4.1 Flexural strength . . . . .                                                | 55   |
| 4.2 No test is assigned to this sub-clause . . . . .                           | 55   |
| 4.3 Flammability . . . . .                                                     | 55   |
| 4.4 Water absorption . . . . .                                                 | 65   |
| FIGURES . . . . .                                                              | 66   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MATÉRIAUX DE BASE 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

## PRÉFACE

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

Elle constitue la deuxième édition de la première partie de la Publication 249 de la CEI.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Santa Margherita en 1977. A la suite de cette réunion, le projet, document 52(Bureau Central)155, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1978.

Des modifications, document 52(Bureau Central)200, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en juin 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

|                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Afrique du Sud (République d') | France                                        |
| Allemagne                      | Hongrie                                       |
| Australie                      | Israël                                        |
| Autriche                       | Italie                                        |
| Belgique                       | Pays-Bas                                      |
| Brésil                         | Roumanie                                      |
| Canada                         | Royaume-Uni                                   |
| Danemark                       | Suède                                         |
| Egypte                         | Suisse                                        |
| Espagne                        | Turquie                                       |
| Etats-Unis d'Amérique          | Union des Républiques Socialistes Soviétiques |
| Finlande                       | Yougoslavie                                   |

Un autre projet, relatif aux paragraphes 2.2, 2.3 et 2.7 concernant les mesures électriques après l'essai continu de chaleur humide, fut discuté lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1979. A la suite de cette réunion, le projet, document 52(Bureau Central)197, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

|                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Afrique du Sud (République d') | France                                        |
| Allemagne                      | Hongrie                                       |
| Australie                      | Italie                                        |
| Autriche                       | Roumanie                                      |
| Belgique                       | Royaume-Uni                                   |
| Bulgarie                       | Suède                                         |
| Chine                          | Suisse                                        |
| Cuba (République de)           | Turquie                                       |
| Egypte                         | Union des Républiques Socialistes Soviétiques |
| Espagne                        | Yougoslavie                                   |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

## PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 52: Printed Circuits.

It forms the second edition of the first part of IEC Publication 249.

A first draft was discussed at the meeting held in Santa Margherita in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)155, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1978.

Amendments, Document 52(Central Office)200, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in June 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| Australia | Italy                               |
| Austria   | Netherlands                         |
| Belgium   | Romania                             |
| Brazil    | South Africa (Republic of)          |
| Canada    | Spain                               |
| Denmark   | Sweden                              |
| Egypt     | Switzerland                         |
| Finland   | Turkey                              |
| France    | Union of Soviet Socialist Republics |
| Germany   | United Kingdom                      |
| Hungary   | United States of America            |
| Israel    | Yugoslavia                          |

A further draft, relative to Sub-clauses 2.2, 2.3 and 2.7, dealing with electrical measurements after damp heat, steady state, was discussed at the meeting held in Baden-Baden in 1979. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)197, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| Australia          | Italy                               |
| Austria            | Romania                             |
| Belgium            | South Africa (Republic of)          |
| Bulgaria           | Spain                               |
| China              | Sweden                              |
| Cuba (Republic of) | Switzerland                         |
| Egypt              | Turkey                              |
| France             | Union of Soviet Socialist Republics |
| Germany            | United Kingdom                      |
| Hungary            | Yugoslavia                          |

Un projet concernant d'autres modifications fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en novembre 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 52(Bureau Central)212 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 52(Bureau Central)212:

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Afrique du Sud (République d') | Italie                            |
| Allemagne                      | Japon                             |
| Australie                      | Norvège                           |
| Autriche                       | Pays-Bas                          |
| Belgique                       | République Démocratique Allemande |
| Brésil                         | Roumanie                          |
| Bulgarie                       | Royaume-Uni                       |
| Chine                          | Suède                             |
| Corée (République de)          | Suisse                            |
| Egypte                         | Turquie                           |
| Espagne                        | Union des Républiques             |
| France                         | Socialistes Soviétiques           |

*Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:*

|                              |          |                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Publications n <sup>os</sup> | 68-1:    | Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités.                                                                                                                    |
|                              | 68-2-2:  | Deuxième partie: Essais — Essai B: Chaleur sèche.                                                                                                                                                            |
|                              | 68-2-3:  | Deuxième partie: Essais — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.                                                                                                                                         |
|                              | 68-2-20: | Deuxième partie: Essais — Essai T: Soudure.                                                                                                                                                                  |
|                              | 93:      | Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.                                                                        |
|                              | 112:     | Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.                                                                     |
|                              | 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.                                                                 |
|                              | 249-3:   | Matériaux de base pour circuits imprimés, Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés.                                                                           |
|                              | 250:     | Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises). |
|                              | 426:     | Méthodes d'essais pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants.                                                                                                    |

A draft concerning further amendments was discussed at the meeting held in Brussels in November 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)212 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 52(Central Office)212:

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| Australia                  | Korea (Republic of)                    |
| Austria                    | Netherlands                            |
| Belgium                    | Norway                                 |
| Brazil                     | Romania                                |
| Bulgaria                   | South Africa (Republic of)             |
| China                      | Spain                                  |
| Egypt                      | Sweden                                 |
| France                     | Switzerland                            |
| German Democratic Republic | Turkey                                 |
| Germany                    | Union of Soviet<br>Socialist Republics |
| Italy                      | United Kingdom                         |
| Japan                      |                                        |

*Other IEC publications quoted in this standard:*

|                   |          |                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Publications Nos. | 68-1:    | Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General.                                                                                                                                              |
|                   | 68-2-2:  | Part 2: Tests — Test B: Dry Heat.                                                                                                                                                                     |
|                   | 68-2-3:  | Part 2: Tests — Test Ca: Damp Heat, Steady State.                                                                                                                                                     |
|                   | 68-2-20: | Part 2: Tests — Test T: Soldering.                                                                                                                                                                    |
|                   | 93:      | Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.                                                                                              |
|                   | 112:     | Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.                                                                           |
|                   | 194:     | Terms and Definitions for Printed Circuits.                                                                                                                                                           |
|                   | 243:     | Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.                                                                                                 |
|                   | 249-3:   | Base Materials for Printed Circuits, Part 3: Special Materials used in Connection with Printed Circuits.                                                                                              |
|                   | 250:     | Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths. |
|                   | 426:     | Test Methods for Determining Electrolytic Corrosion with Insulating Materials.                                                                                                                        |

## MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

### Première partie: Méthodes d'essai

---

#### Domaine d'application

La présente norme décrit les méthodes d'essai des propriétés électriques, mécaniques et autres des supports isolants en feuilles ou en rouleaux utilisés dans le domaine des circuits imprimés, indépendamment de la nature du support isolant de base.

*Note.* — Les méthodes d'essai spécifiques des matériaux faisant l'objet de la Publication 249-3 de la CEI: Matériaux de base pour circuits imprimés, Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés, sont contenues dans la troisième partie et ne sont pas comprises dans la présente partie de la publication. Les méthodes décrites pour la préparation des éprouvettes d'essai des supports isolants métallisés ne sont parfaitement adaptées qu'aux supports isolants recouverts de cuivre. Elles pourront être étendues ultérieurement aux supports isolants recouverts d'autres métaux.

Le nombre d'éprouvettes spécifié pour mesurer chaque propriété est le nombre requis pour donner un résultat d'essai d'une précision suffisante pour évaluer un unique échantillon de matériau. Lorsque l'essai est destiné à une homologation, il convient de prélever ce nombre d'éprouvettes sur chaque feuille essayée. Lorsque l'essai est destiné à l'assurance continue de la qualité, le nombre d'éprouvettes prélevé sur chaque feuille (échantillon) dépend du système d'assurance de qualité mis en œuvre et de son plan d'échantillonnage.



## BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

### Part 1: Test methods

---

#### Scope

This standard describes methods for testing electrical, mechanical and other properties of base materials in sheet or roll form for application in the field of printed circuits irrespective of the nature of the insulating base material.

*Note.* — Those methods which are specific to the testing of the materials given in IEC Publication 249-3: Base Materials for Printed Circuits, Part 3: Special Materials Used in Connection with Printed Circuits, are contained in Part 3 and are not included in this part of the publication.

The methods described for the preparation of test specimens from metal-clad materials are complete for copper-clad materials only. They may be expanded in future to include materials clad with other metals.

The number of specimens stated to measure each property is the number required to produce a test result of sufficient precision to evaluate a single sample of material. For purposes of qualification approval this number of specimens should be taken from each sheet tested. For purposes of continuous assessment of quality, the number of specimens taken from each sheet (sample) tested depends on the quality assurance system used and on its sampling plans.