

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61249-2-1

Première édition
First edition
2005-01

**Matériaux pour circuits imprimés
et autres structures d'interconnexion –**

Partie 2-1:

**Matériaux de base renforcés, plaqués et
non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées
de papier cellulose phénolique, de qualité
économique, plaquées cuivre**

**Materials for printed boards and
other interconnecting structures –**

Part 2-1:

**Reinforced base materials, clad and unclad –
Phenolic cellulose paper reinforced laminated
sheets, economic grade, copper clad**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61249-2-1:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61249-2-1

Première édition
First edition
2005-01

**Matériaux pour circuits imprimés
et autres structures d'interconnexion –**

Partie 2-1:

**Matériaux de base renforcés, plaqués et
non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées
de papier cellulose phénolique, de qualité
économique, plaquées cuivre**

**Materials for printed boards and
other interconnecting structures –**

Part 2-1:

**Reinforced base materials, clad and unclad –
Phenolic cellulose paper reinforced laminated
sheets, economic grade, copper clad**

© IEC 2005 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives.....	10
3 Matériaux et construction.....	12
3.1 Résine isolante.....	12
3.2 Renforcement.....	12
3.3 Feuille de métal.....	12
4 Marquage interne.....	12
5 Propriétés électriques.....	14
6 Propriétés non électriques de la feuille stratifiée plaquée cuivre.....	14
6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre.....	14
6.2 Aspect de la face non plaquée.....	16
6.3 Epaisseur du stratifié, y compris la feuille de cuivre.....	18
6.4 Courbure et vrillage.....	18
6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre.....	20
6.6 Poinçonnage et usinage.....	20
6.7 Stabilité dimensionnelle.....	20
6.8 Dimensions des feuilles.....	20
6.9 Panneaux découpés.....	22
7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait total de la feuille de cuivre ..	22
7.1 Aspect du matériau de base diélectrique.....	22
7.2 Résistance aux flexions.....	22
7.3 Inflammabilité.....	24
7.4 Absorption d'eau.....	24
7.5 Blanchiment au croisement des fibres.....	24
7.6 Température de transition vitreuse et degré de polymérisation.....	24
8 Assurance de la qualité.....	26
8.1 Système de qualité.....	26
8.2 Responsabilité pour le contrôle.....	26
8.3 Contrôle de qualification.....	26
8.4 Contrôle de conformité de la qualité.....	26
8.5 Certificat de conformité.....	26
8.6 Fiche technique pour la sécurité.....	26
9 Emballage et marquage.....	26
10 Informations relatives aux commandes.....	28
Tableau 1 – Propriétés électriques.....	14
Tableau 2 – Épaisseur nominale et tolérance des stratifiés plaqués métal.....	18
Tableau 3 – Courbure et vrillage.....	18
Tableau 4 – Forces d'arrachement et d'adhérence.....	20
Tableau 5 – Tolérances de tailles pour les panneaux découpés.....	22
Tableau 6 – Rectangularité des panneaux découpés.....	22
Tableau 7 – Force de flexion.....	22
Tableau 8 – Inflammabilité, essai de combustion verticale.....	24
Tableau 9 – Absorption d'eau.....	24

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Materials and construction	13
3.1 Resin system.....	13
3.2 Reinforcement.....	13
3.3 Metal foil	13
4 Internal marking	13
5 Electrical properties.....	15
6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate sheet	15
6.1 Appearance of the copper-clad sheet	15
6.2 Appearance of the unclad face.....	17
6.3 Laminate thickness, including copper foil	19
6.4 Bow and twist.....	19
6.5 Properties related to the copper foil bond	21
6.6 Punching and machining.....	21
6.7 Dimensional stability.....	21
6.8 Sheet sizes	21
6.9 Cut panels.....	23
7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil ...	23
7.1 Appearance of the dielectric base material	23
7.2 Flexural strength	23
7.3 Flammability.....	25
7.4 Water absorption	25
7.5 Measling	25
7.6 Glass transition temperature and cure factor	25
8 Quality assurance.....	27
8.1 Quality system.....	27
8.2 Responsibility for inspection	27
8.3 Qualification inspection.....	27
8.4 Quality conformance inspection	27
8.5 Certificate of conformance	27
8.6 Safety data sheet	27
9 Packaging and marking	27
10 Ordering information.....	29
Table 1 – Electrical properties.....	15
Table 2 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate	19
Table 3 –Bow and twist.....	19
Table 4 – Pull-off and peel strength.....	21
Table 5 – Size tolerance for cut panels.....	23
Table 6 – Rectangularity of cut panels.....	23
Table 7 – Flexural strength	23
Table 8 – Flammability, vertical burning test.....	25
Table 9 – Water absorption	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-1: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées de papier cellulose phénolique, de qualité économique, plaquées cuivre

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61249-2-1 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/493/FDIS	91/503/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND
OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –****Part 2-1: Reinforced base materials, clad and unclad –
Phenolic cellulose paper reinforced laminated sheets,
economic grade, copper clad**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61249-2-1 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
91/493/FDIS	91/503/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

La CEI 61249-2 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués*:

- Partie 2-1: Feuilles stratifiées renforcées de papier cellulose phénolique, de qualité économique, plaquées cuivre
- Partie 2-2: Feuilles stratifiées renforcées de papier cellulose phénolique, de haute qualité électrique, plaquées cuivre
- Partie 2-4: Feuilles stratifiées en fibres de verre non tissées/tissées polyester, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-5: Feuilles stratifiées avec couches centrales renforcées en papier cellulose époxyde bromé et couches superficielles renforcées en tissu de verre de type époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) plaquées cuivre
- Partie 2-6: Feuilles stratifiées renforcées en verre de type E époxyde bromé tissé/non tissé, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-7: Feuille stratifiée tissée de verre E avec la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre
- Partie 2-8: Feuilles stratifiées renforcées en tissu de fibres de verre époxyde bromé modifié, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-9: Feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E époxyde, modifié ou non, et bismaléimide/triazine, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-10: Feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E ester de cyanate, époxyde bromé, modifié ou non, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) plaquées cuivre,
- Partie 2-11: Feuilles stratifiées renforcées en polyimide et tissu de verre de type E époxyde bromé modifié ou non modifié, plaquée cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) plaquées cuivre
- Partie 2-12: Stratifié à base d'aramide non tissé collé avec de la résine époxyde, recouvert de cuivre, d'inflammabilité définie
- Partie 2-13: Stratifié à base d'aramide non tissé collé avec de la résine cyanate ester, recouvert de cuivre, d'inflammabilité définie
- Partie 2-18: Feuille stratifiée renforcée de fibres de verre non tissées polyester, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre
- Partie 2-19: Feuilles multicouches de fibre de verre linéaire cohérente avec résine époxyde pour hautes températures, d'inflammabilité définie (essai d'inflammabilité verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-21: Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde non halogéné, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-22: Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde non halogéné modifié, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre
- Partie 2-23: Feuilles stratifiées renforcées de papier cellulose phénolique non halogéné, de qualité économique, plaquées cuivre
- Partie 2-26: Feuilles stratifiées renforcées en tissu de verre de type E époxyde tissée/non tissée, non halogéné, d'inflammabilité définie, plaquées cuivre

IEC 61249-2 consists of the following parts, under the general title *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2: Reinforced base materials, clad and unclad*:

- Part 2-1: Phenolic cellulose paper reinforced laminated sheets, economic grade, copper clad
- Part 2-2: Phenolic cellulose paper reinforced laminated sheets, high electrical grade, copper-clad
- Part 2-4: Polyester non-woven/woven fibreglass laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-5: Brominated epoxide cellulose paper reinforced core/woven E-glass reinforced surfaces laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-6: Brominated epoxide non-woven/woven, E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-7: Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-8: Modified brominated epoxide woven fibreglass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-9: Bismaleimide/triazine, modified epoxide or unmodified, woven E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-10: Cyanate ester, brominated epoxide, modified or unmodified, woven E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-11: Polyimide, brominated epoxide modified or unmodified, woven E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-12: Epoxide non-woven aramid laminate of defined flammability, copper-clad
- Part 2-13: Cyanate ester non-woven aramid laminate of defined flammability, copper-clad
- Part 2-18: Polyester non-woven fibreglass reinforced laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-19: Epoxide cross-ply linear fibreglass-reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-21: Non-halogenated epoxide woven E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-22: Modified non-halogenated epoxide woven E-glass laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad
- Part 2-23: Non-halogenated phenolic, cellulose paper reinforced laminated sheets, economic grade, copper-clad
- Part 2-26: Non-halogenated epoxide, nonwoven/woven E-glass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-1:2005

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61249-2-1:2005

MATÉRIAUX POUR CIRCUITS IMPRIMÉS ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION –

Partie 2-1: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées de papier cellulose phénolique, de qualité économique, plaquées cuivre

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61249 indique les exigences concernant les propriétés des feuilles stratifiées renforcées en papier cellulose phénolique, de qualité économique, plaquées cuivre et d'épaisseur comprise entre 0,8 mm et 3,2 mm. Cette norme couvre les matériaux possédant différentes exigences sur l'inflammabilité et conçus selon ce qui suit:

Matériau 61249-2-1-1: qualité d'usage courant, exigence sur l'inflammabilité non spécifiée (voir 7.3.1);

Matériau 61249-2-1-2: matériaux d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) (voir 7.3.2).

Ces qualités de matériau couvrent une des deux exigences d'inflammabilité nommées FV0 ou FV1 et indiquées dans le Tableau 8.

Certaines prescriptions de propriétés peuvent comprendre plusieurs classes de performance. Il y a lieu de spécifier la classe désirée sur l'ordre d'achat, faute de quoi c'est la classe par défaut du matériau qui sera fournie.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60194:1999, *Conception, fabrication et assemblage des cartes imprimées – Termes et définitions*

CEI 61189-2:1997, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 2: Méthodes d'essai des matériaux pour structures d'interconnexion*

CEI 61249-5-1:1995, *Matériaux pour les structures d'interconnexion – Partie 5: Collection de spécifications intermédiaires pour feuilles et films conducteurs avec ou sans revêtement – Section 1: Feuilles de cuivre (pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre)*

ISO 9000:2000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 11014-1:1994, *Fiches de données de sécurité pour les produits chimiques – Partie 1: Contenu et plan type*

ISO 14001:1996, *Systèmes de management environnemental – Spécification et lignes directrices pour son utilisation*

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTING STRUCTURES –

Part 2-1: Reinforced base materials, clad and unclad – Phenolic cellulose paper reinforced laminated sheets, economic grade, copper clad

1 Scope

This part of IEC 61249 gives requirements for properties of phenolic cellulose paper reinforced copper-clad laminated sheets, economic grade in thicknesses of 0,8 mm up to 3,2 mm. This standard covers materials with different requirements on flammability, designated according to the following:

Material 61249-2-1-1: general purpose grade, requirement on flammability not specified (see 7.3.1);

Material 61249-2-1-2: materials of defined flammability (vertical burning test) (see 7.3.2).

These grades of material cover one of two flammability requirements, designated as FV0 or FV1 and shown in Table 8.

Some property requirements may have several classes of performance. The class desired should be specified on the purchase order, otherwise the default class of material may be supplied.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60194:1999, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 61189-2:1997, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

IEC 61249-5-1:1995, *Materials for interconnecting structures – Part 5: Sectional specification set for conductive foils and films with and without coatings – Section 1: Copper foils (for the manufacture of copper-clad base materials)*

ISO 9000:2000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 11014-1:1994, *Safety data sheet for chemical products – Part 1: Content and order of sections*

ISO 14001:1996, *Environmental management systems – Specification with guidance for use*

3 Matériaux et construction

La feuille est composée d'une base isolante sur laquelle est collée une feuille de métal sur une face ou sur les deux. Se référer à la CEI 60194 pour les termes et définitions.

3.1 Résine isolante

Résine phénolique.

3.2 Renforcement

Papier cellulose (à l'étude et à définir dans une future partie de la CEI 61249).

3.3 Feuille de métal

Feuille de cuivre comme spécifié dans la CEI 61249-5-1. Les feuilles préférentielles sont celles de Type A (cuivre déposé électrolytiquement) à ductilité normale.

4 Marquage interne

Il convient que chaque feuille porte une marque d'identification du fabricant comme suit:

- a) en noir ou dans une autre couleur ne pouvant pas être confondue avec le rouge pour les matériaux 61249-2-1-1 et en rouge pour les matériaux 61249-2-1-2;
- b) répétée à des intervalles tels qu'aucun point de la feuille ne soit à plus de 75 mm du point le plus éloigné de la marque;
- c) imprimée de manière à indiquer le sens de défilement du matériau sous la machine. Si des lettres ou des chiffres sont utilisés, ils doivent être orientés (rectiligne ou angle droit) de manière à être lisibles dans le sens de la machine.

Exemples:

A	A	A	A	A	↑	12	12	12	12	12
A	A	A	A	A	↑	12	12	12	12	12
A	A	A	A	A	↑	12	12	12	12	12
A	A	A	A	A	↑	12	12	12	12	12
A	A	A	A	A	↑	12	12	12	12	12

Sens de la machine

3 Materials and construction

The sheet consists of an insulating base with metal foil bonded to one or both sides. Refer to IEC 60194 for terms and definitions.

3.1 Resin system

Phenolic resin.

3.2 Reinforcement

Cellulose paper (under consideration and to be defined in a future part of IEC 61249).

3.3 Metal foil

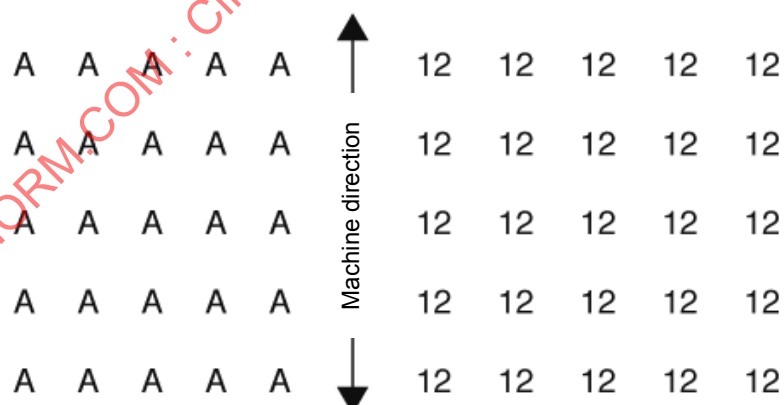
Copper foil as specified in IEC 61249-5-1. The preferred foils are Type A (electro-deposited copper) of standard ductility.

4 Internal marking

Each sheet should bear a manufacturer's identification mark that is as follows:

- in black or some other colour not to be confused with red, for material 61249-2-1-1 and in red for material 61249-2-1-2;
- repeated at intervals so that no part of the sheet is further than 75 mm from the furthest point of the mark;
- printed so as to indicate the machine direction of filling material, if letters or numbers are used, these shall be upright or at right angles in the machine direction.

Examples:



5 Propriétés électriques

Les exigences pour les propriétés électriques sont données au Tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés électriques

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences
Résistance de la feuille	2E12 ¹	Comme spécifié dans la CEI 61249-5-1
Résistance superficielle après chaleur humide dans la chambre climatique (facultatif)	2E03	≥100 MΩ
Résistance superficielle après chaleur humide et reprise	2E03	≥1 000 MΩ
Résistivité transversale après chaleur humide dans la chambre climatique (facultatif)	2E04	≥10 MΩm
Résistivité transversale après chaleur humide et reprise	2E04	≥100 MΩm
Corrosion superficielle	2E08	Pas de produits de corrosion visible dans l'espace interélectrode
Corrosion sur le bord	2E13	Pôle positif: meilleure que A/B Pôle négatif: meilleure que 1,8
Permittivité relative après chaleur humide et reprise	2E10	≤5,5
Facteur de dissipation après chaleur humide et reprise	2E10	≤0,1
Résistance superficielle à 100 °C	2E03	≥15 MΩ
Résistivité transversale à 100 °C	2E04	≥10 MΩm

6 Propriétés non électriques de la feuille stratifiée plaquée cuivre

6.1 Aspect de la feuille plaquée cuivre

La face plaquée cuivre doit être en grande partie exempte de défauts pouvant affecter l'aptitude du matériau lors de son utilisation dans le but prévu.

Pour les défauts spécifiques suivants, les exigences données doivent s'appliquer lorsque le contrôle est effectué conformément à la méthode 2M18² de la CEI 61189-2.

6.1.1 Empreintes (piqûres et marques de coup)

La taille d'une empreinte, généralement sa longueur, doit être déterminée et une valeur en points à utiliser pour mesurer la qualité, doit lui être attribuée.

Taille mm	Valeur en points pour chaque empreinte
0,13 – 0,25	1
0,26 – 0,50	2
0,51 – 0,75	4
0,76 – 1,00	7
Supérieure à 1,00	30

¹ A l'étude.

5 Electrical properties

The requirements for the electrical properties are shown in Table 1.

Table 1 – Electrical properties

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements
Resistance of foil	2E12 ¹	As specified in IEC 61249-5-1
Surface resistance after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2E03	≥100 MΩ
Surface resistance after damp heat and recovery	2E03	≥1 000 MΩ
Volume resistivity after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2E04	≥10 MΩm
Volume resistivity after damp heat and recovery	2E04	≥100 MΩm
Surface corrosion	2E08	No visible corrosion products in the gap
Corrosion at the edge	2E13	Positive pole: not worse than A/B Negative pole: not worse than 1,8
Relative permittivity after damp heat and recovery	2E10	≤5,5
Dissipation factor after damp heat and recovery	2E10	≤0,1
Surface resistance at 100 °C	2E03	≥15 MΩ
Volume resistivity at 100 °C	2E04	≥10 MΩm

6 Non-electrical properties of the copper-clad laminate sheet

6.1 Appearance of the copper-clad sheet

The copper-clad face shall be substantially free from defects that may have an impact on the material's fitness for use for the intended purpose.

For the following specific defects, the requirements given shall apply when inspection is made in accordance with test method 2M18² of IEC 61189-2.

6.1.1 Indentations (pits and dents)

The size of an indentation, usually the length, shall be determined and given a point value to be used as measure of the quality.

Size mm	Point value for each indentation
0,13 – 0,25	1
0,26 – 0,50	2
0,51 – 0,75	4
0,76 – 1,00	7
Over 1,00	30

¹ Under consideration.

Le nombre total de points pour toute zone de 300 mm x 300 mm doit être calculé pour déterminer la classe de l'empreinte.

Empreinte de classe A:	nombre total de points maximum: 29
Empreinte de classe B:	nombre total de points maximum: 17
Empreinte de classe C:	nombre total de points maximum: 5
Empreinte de classe D:	nombre total de points: 0
Empreinte de classe X:	doit faire l'objet d'un accord de l'utilisateur.

La classe d'empreintes désirée doit être spécifiée dans l'ordre d'achat. Sauf spécification contraire, l'empreinte de Classe A s'applique.

6.1.2 Rides

La surface en cuivre ne doit pas présenter de rides.

6.1.3 Éraflures

Les éraflures d'une profondeur supérieure à 10 µm ou à 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille, à savoir la valeur la plus basse des deux, ne sont pas autorisées.

Les éraflures dont la profondeur est inférieure à 5 % de l'épaisseur nominale de la feuille ne doivent pas être comptabilisées sauf si cette profondeur est supérieure ou égale à 10 µm.

Les éraflures dont la profondeur est comprise entre 5 % et 20 % de l'épaisseur nominale de la feuille sont autorisées sur une longueur totale de 100 mm pour une zone d'une surface de 300 mm x 300 mm.

6.1.4 Zones bosselées

Les surfaces bosselées correspondent généralement à des impressions de défauts dans les plaques de presse lors de la fabrication mais elles peuvent être également causées par des cloques ou des inclusions de particules étrangères sous la feuille.

Les zones bosselées qui correspondent à des impressions de défauts dans les plaques de presse sont autorisées dans les limites suivantes:

Empreinte de matériau de classe A et X:	hauteur maximale de 15 µm et longueur maximale de 15 mm;
Empreinte de matériau de classe B et C:	hauteur maximale de 8 µm et longueur maximale de 15 mm;
Empreinte de matériau de classe D:	hauteur maximale de 5 µm et longueur maximale de 15 mm.

6.1.5 Ondulation superficielle

Non spécifié.

6.2 Aspect de la face non plaquée

La face non plaquée d'une feuille dont une seule face est plaquée doit avoir l'aspect naturel résultant du traitement. De faibles irrégularités de couleur sont autorisées. Le brillant de la face non plaquée doit être celui donné par la plaque de presse, le film ou la feuille de séparation utilisées. Les variations du brillant dues à l'impact de la pression des gaz libérés pendant le traitement sont autorisées.

The total point count for any 300 mm x 300 mm area shall be calculated to determine the indentation class.

Indentation class A:	29 maximum total point count
Indentation class B:	17 maximum total point count
Indentation class C:	5 maximum total point count
Indentation class D:	0 total point count
Indentation class X:	to be agreed upon by user.

The desired class of indentations shall be specified in the purchase order. Indentation Class A applies unless otherwise specified.

6.1.2 Wrinkles

There shall be no wrinkles on the copper surface.

6.1.3 Scratches

Scratches deeper than 10 µm or 20 % of the nominal thickness of the foil thickness whichever is lower, are not permitted.

Scratches with a depth less than 5 % of the nominal thickness of the foil shall not be counted, unless this depth is 10 µm or more.

Scratches with a depth between 5 % and 20 % of the nominal thickness of the foil are permitted to a total length of 100 mm for a 300 mm x 300 mm area.

6.1.4 Raised areas

Raised areas are usually impressions caused by defects in the press plates during manufacture but may also be caused by blisters or inclusions of foreign particles under the foil.

Raised areas caused by impressions of defects in the press plates are permitted to the following extent:

Indentation class A and X material:	maximum height 15 µm and maximum length 15 mm;
Indentation class B and C material:	maximum height 8 µm and maximum length 15 mm;
Indentation class D material:	maximum height 5 µm and maximum length 15 mm.

6.1.5 Surface waviness

Not specified.

6.2 Appearance of the unclad face

The unclad face of single-sided clad sheets shall have the natural appearance resulting from the curing process. Small irregularities in color are permitted. The gloss of the unclad face shall be that given by the press plate, release film or release foil used. Variations of gloss due to impact of pressure of gases released during the curing are permitted.

6.3 Épaisseur du stratifié, y compris la feuille de cuivre

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais selon la méthode 2D01 de la CEI 61189-2, son épaisseur, incluant la feuille de cuivre, ne doit pas s'écarter de l'épaisseur nominale de plus de la valeur appropriée donnée au Tableau 2. Les tolérances élargies doivent s'appliquer sauf si les tolérances serrées sont demandées.

Tableau 2 – Épaisseur nominale et tolérance des stratifiés plaqués métal

Épaisseur nominale mm	Tolérance ± mm	
	Large	Serrée
0,8	0,15	0,09
1,0	0,17	0,11
1,2	0,18	0,12
1,5	0,20	0,14
1,6	0,20	0,14
2,0	0,23	0,15
2,4	0,25	0,18
3,2	0,30	0,20
NOTE Pour les épaisseurs non comprises dans le tableau, la tolérance supérieure la plus proche s'applique.		

Les épaisseurs et les tolérances ne s'appliquent pas aux 25 mm extérieurs de la feuille de base ou aux 13 mm extérieurs du panneau découpé à dimension dans leurs conditions de fabrication et de livraison par le fournisseur. Au moins 90 % de la surface, sans tenir compte de la taille, doit être compris dans la tolérance donnée et en aucun point la valeur de l'épaisseur ne doit varier de plus de 125 % de la valeur nominale de la tolérance spécifiée.

6.4 Courbure et vrillage

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais selon la méthode 2M01 de la CEI 61189-2, la courbure et le vrillage ne doivent pas dépasser les valeurs données au Tableau 3.

Tableau 3 – Courbure et vrillage

Épaisseur nominale mm	Taille du panneau (dimension la plus importante) mm	Exigence %	
		Feuille de cuivre sur une face	Feuille de cuivre sur les deux faces
>0,8 <1,2	≤350	≤3,0	≤2,5
	>350 ≤500	≤2,8	≤2,3
	>500	≤2,5	≤2,0
>1,2 <1,6	≤350	≤2,5	≤2,0
	>350 ≤500	≤2,3	≤1,8
	>500	≤2,0	≤1,5
>1,6	≤350	≤2,0	≤1,5
	>350 ≤500	≤1,8	≤1,4
	>500	≤1,5	≤1,3

NOTE Les exigences pour la courbure et le vrillage ne s'appliquent qu'aux stratifiés à une face plaquée cuivre avec une épaisseur de feuille maximale de 105 µm (915 g/m²) et aux stratifiés à feuille de cuivre sur les deux faces avec une différence d'épaisseur de feuille maximale de 70 µm (610 g/m²).

Les exigences applicables aux stratifiés ayant des dimensions dépassant les limites données font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

6.3 Laminate thickness, including copper foil

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2D01 of IEC 61189-2, the thickness, including the copper foil, shall not depart from the nominal thickness by more than the appropriate value shown in Table 2. The coarse tolerances shall apply unless the fine tolerances are ordered.

Table 2 – Nominal thickness and tolerance of metal-clad laminate

Nominal thickness mm	Tolerance ± mm	
	Coarse	Fine
0,8	0,15	0,09
1,0	0,17	0,11
1,2	0,18	0,12
1,5	0,20	0,14
1,6	0,20	0,14
2,0	0,23	0,15
2,4	0,25	0,18
3,2	0,30	0,20

NOTE For thicknesses not included in this table, the nearest greater tolerance applies.

The thicknesses and tolerances do not apply to the outer 25 mm of the trimmed sheet or the outer 13 mm of the cut-to-size panel as manufactured and delivered by the supplier. At least 90 % of the area, regardless of size, shall be within the tolerance given, and at no point shall the thickness vary from the nominal by a value greater than 125 % of the specified tolerance.

6.4 Bow and twist

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2M01 of IEC 61189-2, the bow and twist shall not exceed the values given in Table 3.

Table 3 – Bow and twist

Nominal thickness mm	Panel dimension longest side mm	Requirement %	
		Copper foil on one side	Copper foil on both sides
>0,8 <1,2	≤350	≤3,0	≤2,5
	>350 ≤500	≤2,8	≤2,3
	>500	≤2,5	≤2,0
>1,2 <1,6	≤350	≤2,5	≤2,0
	>350 ≤500	≤2,3	≤1,8
	>500	≤2,0	≤1,5
>1,6	≤350	≤2,0	≤1,5
	>350 ≤500	≤1,8	≤1,4
	>500	≤1,5	≤1,3

NOTE The requirements for bow and twist apply only to one-sided copper-clad laminates with a maximum foil thickness of 105 µm (915 g/m²) and double-sided copper-clad laminates with a maximum foil thickness difference of 70 µm (610 g/m²).

Requirements for laminates with dimensions beyond the given limits are subject to agreement between purchaser and supplier.

6.5 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre

Les exigences concernant les forces d'arrachement et d'adhérence sont indiquées au Tableau 4.

Tableau 4 – Forces d'arrachement et d'adhérence

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences	
Force d'arrachement	2M05	≥25 N	
		Épaisseur de la feuille de cuivre	
		18 μm (152 g/m ²)	≥35 μm (305 g/m ² et supérieure)
Force d'adhérence après choc thermique de 10 s	2M14	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
		Ni cloquage ni décollement interlaminaire	
Force d'adhérence après chaleur sèche à 100 °C	2M15	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Force d'adhérence après exposition à la vapeur de solvant. Solvants selon accord entre l'acheteur et le fournisseur	2M06	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Force d'adhérence après conditions simulées de dépôt métallique	2M16	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Force d'adhérence à haute température. Température de 125 °C (facultatif)	2M17	Non spécifié	Non spécifié
Cloquage pendant le choc thermique	2C05	Ni cloquage ni décollement interlaminaire	
NOTE En cas de difficulté due à la rupture de la feuille ou à la plage de lecture du dispositif de mesure de la force, la mesure de la force d'adhérence à haute température peut être réalisée en utilisant des conducteurs d'une largeur supérieure à 3 mm.			

6.6 Poinçonnage et usinage

Le stratifié doit pouvoir être poinçonné, conformément aux recommandations du fabricant.

La méthode d'essai 2M19² de la CEI 61189-2 est une méthode d'essai appropriée. Les exigences concernant la force de poinçonnage et la force d'arrachement font partie des points qui doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

6.7 Stabilité dimensionnelle

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais selon la méthode 2X02 de la CEI 61189-2, la variation des dimensions doit être ≤2,0 mm/m.

6.8 Dimensions des feuilles

6.8.1 Dimensions types de feuilles

Réservé pour une utilisation ultérieure.

6.5 Properties related to the copper foil bond

Pull-off and peel strength requirements are shown in Table 4.

Table 4 – Pull-off and peel strength

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirements	
Pull-off strength	2M05	≥25 N	
		Thickness of copper foil	
		18 μm (152 g/m ²)	≥35 μm (305 g/m ² and heavier)
Peel strength after heat shock of 10 s	2M14	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
		No blistering nor delamination	
Peel strength after dry heat at 100 °C	2M15	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Peel strength after exposure to solvent vapour. Solvents as agreed upon between purchaser and supplier	2M06	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Peel strength after simulated plating	2M16	≥0,7 N/mm	≥1,0 N/mm
Peel strength at high temperature. Temperature 125 °C (optional)	2M17	Not specified	Not specified
Blistering during heat shock	2C05	No blistering nor delamination	
NOTE In case of difficulty due to breakage of the foil or reading range of the force-measuring device, the measurement of peel strength at high temperature may be carried out using conductor widths of more than 3 mm.			

6.6 Punching and machining

The laminate shall be capable of being punched in accordance with the recommendations of the manufacturer.

A suitable test method is 2M19² of IEC 61189-2. Requirements for punching force and pull-out force is a matter of agreement between purchaser and manufacturer.

6.7 Dimensional stability

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2X02 of IEC 61189-2, the dimensional change shall be ≤2,0mm/m.

6.8 Sheet sizes

6.8.1 Typical sheet sizes

Reserved for future use.

² Under consideration.

6.8.2 Tolérances pour les dimensions des feuilles

La taille des feuilles livrées par le fournisseur ne doit pas différer de plus de $^{+25}_0$ mm de la taille commandée.

6.9 Panneaux découpés

6.9.1 Tolérance de dimensions pour les panneaux découpés

Pour les panneaux coupés à dimension selon la spécification de l'acheteur, les tolérances suivantes pour la longueur et la largeur doivent s'appliquer comme indiqué dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Tolérances de dimensions pour les panneaux découpés

Dimension du panneau mm	Tolérances ± mm	
	Normal	Serrée
≤300	2,0	0,5
>300 ≤600		0,8
>600		1,6

6.9.2 Rectangularité des panneaux découpés

Lorsque le stratifié plaqué cuivre est soumis aux essais selon la méthode 2M23 de la CEI 61189-2, les valeurs des écarts de rectangularité ne doivent pas dépasser les valeurs données au Tableau 6.

Tableau 6 – Rectangularité des panneaux découpés

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigence mm/m	
		Large	Normal
Rectangularité des panneaux découpés	2M23	≤3	≤2

7 Propriétés non électriques du matériau de base après retrait total de la feuille de cuivre

7.1 Aspect du matériau de base diélectrique

Le matériau de base doit être en grande partie exempt de piqûres, de trous, de stries, de porosité et d'inclusions étrangères (y compris des particules de résine précuites), et pratiquement de couleur uniforme. Une petite variation irrégulière de couleur est autorisée.

7.2 Résistance aux flexions

Lorsque le stratifié est soumis aux essais selon la méthode 2M20 de la CEI 61189-2, la résistance aux flexions doit être celle donnée au Tableau 7.

Tableau 7 – Force de flexion

Propriété	Méthode d'essai (CEI 61189-2)	Exigences
Résistance aux flexions (applicable aux feuilles ≥1 mm d'épaisseur)	2M20	≥100 N/mm ²
NOTE Pour des matériaux possédant une bonne capacité de perforation à température ambiante, une résistance aux flexions ≥70 N/mm ² est appropriée.		

6.8.2 Tolerances for sheet sizes

The size of sheet delivered by the supplier shall not deviate more than $^{+25}_0$ mm from the ordered size.

6.9 Cut panels

6.9.1 Size tolerance for cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the following tolerances for length and width shall apply as shown in Table 5.

Table 5 – Size tolerance for cut panels

Panel size mm	Tolerance ± mm	
	Normal	Close
≤300	2,0	0,5
>300 ≤600		0,8
>600		1,6

6.9.2 Rectangularity of cut panels

When the copper-clad laminate is tested in accordance with test method 2M23 of IEC 61189-2, the deviation from squareness shall not exceed the values in Table 6.

Table 6 – Rectangularity of cut panels

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirement mm/m	
		Coarse	Normal
Rectangularity of cut panels	2M23	≤3	≤2

7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil

7.1 Appearance of the dielectric base material

The base material shall be substantially free from pits, holes, scratches, porosity and foreign inclusions (including precured resin particles), and substantially uniform in colour. A small amount of irregular variation of colour is permissible.

7.2 Flexural strength

When the laminate is tested in accordance with test method 2M20 of IEC 61189-2, the flexural strength shall be as shown in Table 7.

Table 7 – Flexural strength

Property	Test method (IEC 61189-2)	Requirement
Flexural strength (applicable to sheets ≥1 mm in thickness)	2M20	≥100 N/mm ²
NOTE For materials with good punchability at room temperature, a flexural strength ≥70 N/mm ² is adequate.		