

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies –

Part 2-721: Test methods for materials for interconnection structures –

Measurement of relative permittivity and loss tangent for copper clad laminate at microwave frequency using split post dielectric resonator

Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles –

Partie 2-721: Méthodes d'essai des matériaux pour structures d'interconnexion –

Mesure de la permittivité relative et de la tangente de perte pour les stratifiés recouverts de cuivre en hyperfréquences à l'aide d'un résonateur diélectrique en anneaux fendus

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180

ISBN 978-2-8322-2648-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Test specimens	6
2.1 Specimen size	6
2.2 Preparation	7
2.3 Marking	7
2.4 Thickness	7
3 Equipment/apparatus	7
3.1 General	7
3.2 Vector network analyzer (VNA)	8
3.3 SPDR test fixture	8
3.3.1 General	8
3.3.2 Parameters	8
3.3.3 Frequency	8
3.4 Verify unit	9
3.5 Micrometer	9
3.6 Circulating oven	9
3.7 Test chamber	9
4 Procedure	9
4.1 Preconditioning	9
4.2 Testing of relative permittivity and loss tangent at room temperature	9
4.2.1 Test conditions	9
4.2.2 Preparation	9
4.2.3 Fixture	10
4.2.4 Connection to VNA	10
4.2.5 VNA parameter	10
4.2.6 Frequency and Q-factor without specimen	10
4.2.7 Micrometer	10
4.2.8 Setting the specimen	10
4.2.9 Frequency and Q-factor with specimen	10
4.2.10 Comparison	10
4.2.11 Calculation	11
4.2.12 Change the specimen	12
4.2.13 Change in test frequency	12
4.3 Testing of relative permittivity and loss tangent at variable temperatures	12
4.3.1 Test conditions	12
4.3.2 Preparation	12
4.3.3 Fixture	12
4.3.4 Connection to VNA	12
4.3.5 VNA parameter	12
4.3.6 Temperature in the chamber	12
4.3.7 Frequency and Q-factor without specimen	12
4.3.8 Micrometer	12
4.3.9 Setting of the specimen	13
4.3.10 Frequency and Q-factor with specimen	13
4.3.11 Calculation	13

4.3.12	Options	13
4.3.13	Thermal coefficient	13
4.3.14	Change in test frequency	14
5	Report	14
5.1	At room temperature	14
5.2	At variable temperature	14
6	Additional information	14
6.1	Accuracy	14
6.2	Maintenance	14
6.3	Matters to be attended	15
6.4	Additional information concerning fixtures and results	15
6.5	Additional information on $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ and p_{es}	15
Annex A	(informative) Example of test fixture and test result	16
A.1	Example of test fixture	16
A.2	Example of test result	16
Annex B	(informative) Additional information on $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ and p_{es}	19
Bibliography		22
Figure 1	– Scheme of SPDR test fixture	6
Figure 2	– Component diagram of test system	8
Figure 3	– Scheme of the change of resonance frequency with or without the specimen	10
Figure A.1	– Test fixture	16
Figure A.2	– Relative permittivity versus frequency (laminar of Dk 3,8 and thickness 0,51 mm)	17
Figure A.3	– Loss tangent versus frequency (laminar of Dk 3,8 and thickness 0,51 mm)	17
Figure A.4	– Curve of relative permittivity and loss tangent at variable temperatures (laminar of Dk 3,8 and thickness 0,51 mm)	18
Figure B.1	– $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ versus relative permittivity at different sample thicknesses	19
Figure B.2	– Distribution of the electric field of the split dielectric resonator (side view of the dielectric resonators)	20
Figure B.3	– Distribution of the electric field of the split dielectric resonator (top view between the dielectric resonators)	21
Figure B.4	– p_{es} versus relative permittivity at different sample thicknesses	21
Table 1	– Specimen dimensions	7
Table 2	– SPDR test fixture's parameter	9
Table B.1	– Results of measurements of different materials using a 10 GHz SPDR	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARDS AND
OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –****Part 2-721: Test methods for materials for interconnection structures –
Measurement of relative permittivity and loss tangent for copper clad
laminates at microwave frequency using split post dielectric resonator**

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 61189-2-721 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
91/1246/FDIS	91/1258/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.

A list of all parts in the IEC 61189 series, published under the general title *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –

Part 2-721: Test methods for materials for interconnection structures – Measurement of relative permittivity and loss tangent for copper clad laminate at microwave frequency using split post dielectric resonator

1 Scope

This part of IEC 61189 outlines a way to determine the relative permittivity (ϵ_r) and loss tangent ($\tan\delta$) (also called dielectric constant (Dk) and dissipation factor (Df)) of copper clad laminates at microwave frequencies (from 1,1 GHz to 20 GHz) using a split post dielectric resonator (SPDR).

This part of IEC 61189 is applicable to copper clad laminates and dielectric base materials.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Eprouvettes	28
2.1 Taille des épreuves	28
2.2 Préparation	29
2.3 Marquage	29
2.4 Epaisseur	29
3 Equipement/appareils	29
3.1 Généralités	29
3.2 Analyseur de réseau vectoriel (VNA).....	30
3.3 Appareil d'essai SPDR	30
3.3.1 Généralités	30
3.3.2 Paramètres	30
3.3.3 Fréquence	30
3.4 Unité de vérification	31
3.5 Micromètre	31
3.6 Four à chaleur tournante	31
3.7 Chambre d'essai	31
4 Procédure.....	31
4.1 Préconditionnement	31
4.2 Essais de permittivité relative et de tangente de perte à température ambiante.....	31
4.2.1 Conditions d'essai	31
4.2.2 Préparation.....	31
4.2.3 Appareil	31
4.2.4 Connexion au VNA	32
4.2.5 Paramètres du VNA	32
4.2.6 Fréquence et facteur de surtension sans épreuve	32
4.2.7 Micromètre	32
4.2.8 Réglage de l'épreuve	32
4.2.9 Fréquence et facteur de surtension avec épreuve	32
4.2.10 Comparaison	32
4.2.11 Calcul	33
4.2.12 Changement d'épreuve	34
4.2.13 Changement de fréquence d'essai	34
4.3 Essais de permittivité relative et de tangente de perte à température variable	34
4.3.1 Conditions d'essai	34
4.3.2 Préparation.....	34
4.3.3 Appareil	34
4.3.4 Connexion au VNA	34
4.3.5 Paramètres du VNA	34
4.3.6 Température de la chambre d'essai	34
4.3.7 Fréquence et facteur de surtension sans épreuve	34
4.3.8 Micromètre	34
4.3.9 Réglage de l'épreuve	35
4.3.10 Fréquence et facteur de surtension avec épreuve	35

4.3.11	Calcul	35
4.3.12	Options	35
4.3.13	Coefficient thermique	35
4.3.14	Changement de fréquence d'essai	36
5	Rapport	36
5.1	A température ambiante	36
5.2	A température variable	36
6	Informations complémentaires	36
6.1	Précision	36
6.2	Maintenance	37
6.3	Éléments à prendre en compte	37
6.4	Informations complémentaires relatives aux appareils et aux résultats	37
6.5	Informations complémentaires relatives à $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ et p_{es}	37
Annexe A (informative)	Exemple d'appareil d'essai et de résultats d'essai	38
A.1	Exemple d'appareil d'essai	38
A.2	Exemple de résultats d'essai	38
Annexe B (informative)	Informations complémentaires relatives à $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ et p_{es}	41
Bibliographie		44
Figure 1	– Schéma de l'appareil d'essai SPDR	28
Figure 2	– Diagramme des composants du système d'essai	30
Figure 3	– Schéma montrant le changement de fréquence de résonance avec ou sans éprouvette	32
Figure A.1	– Appareil d'essai	38
Figure A.2	– Permittivité relative selon la fréquence (stratifié de Dk 3,8 et 0,51 mm d'épaisseur)	39
Figure A.3	– Tangente de perte selon la fréquence (stratifié de Dk 3,8 et 0,51 mm d'épaisseur)	39
Figure A.4	– Courbe de la permittivité relative et de la tangente de perte à températures variables (stratifié de Dk 3,8 et 0,51 mm d'épaisseur)	40
Figure B.1	– $K_{\varepsilon}(\varepsilon_r, h)$ selon la permittivité relative à différentes épaisseurs d'échantillon	41
Figure B.2	– Distribution du champ électrique du résonateur diélectrique fendu (vue latérale des résonateurs diélectriques)	42
Figure B.3	– Distribution du champ électrique du résonateur diélectrique fendu (vue de dessus entre les résonateurs diélectriques)	43
Figure B.4	– Valeurs de p_{es} selon la permittivité relative à différentes épaisseurs d'échantillon	43
Tableau 1	– Dimensions des éprouvettes	29
Tableau 2	– Paramètres de l'appareil d'essai SPDR	30
Tableau B.1	– Résultats des mesures de différents matériaux à l'aide d'un appareil SPDR de 10 GHz	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX ÉLECTRIQUES,
LES CARTES IMPRIMÉES ET AUTRES STRUCTURES
D'INTERCONNEXION ET ENSEMBLES –****Partie 2-721: Méthodes d'essai des matériaux pour structures
d'interconnexion – Mesure de la permittivité relative et de la tangente
de perte pour les stratifiés recouverts de cuivre en hyperfréquences
à l'aide d'un résonateur diélectrique en anneaux fendus****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale IEC 61189-2-721 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1246/FDIS	91/1258/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61189, publiées sous le titre général *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX ÉLECTRIQUES, LES CARTES IMPRIMÉES ET AUTRES STRUCTURES D'INTERCONNEXION ET ENSEMBLES –

Partie 2-721: Méthodes d'essai des matériaux pour structures d'interconnexion – Mesure de la permittivité relative et de la tangente de perte pour les stratifiés recouverts de cuivre en hyperfréquences à l'aide d'un résonateur diélectrique en anneaux fendus

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61189 présente un moyen de déterminer la permittivité relative (ϵ_r) et la tangente de perte ($\tan\delta$), également appelées constante diélectrique (Dk) et facteur de dissipation (Df) des stratifiés recouverts de cuivre en hyperfréquences (de 1,1 GHz à 20 GHz) à l'aide d'un résonateur diélectrique en anneaux fendus (SPDR).

La présente partie de l'IEC 61189 s'applique aux stratifiés recouverts de cuivre et aux matériaux de base diélectriques.