

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

Part 5-503: General test method for materials and assemblies – Conductive anodic filaments (CAF) testing of circuit boards

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

Partie 5-503: Méthode d'essai générale pour les matériaux et les assemblages – Essais des filaments anodiques conducteurs (CAF) des cartes à circuits

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180

ISBN 978-2-8322-7362-3

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 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Testing condition	7
4.1 Standard condition	7
4.2 Judgment state	8
5 Specimen	8
5.1 Outline of CAF test vehicle design	8
5.1.1 Evaluation design for the glass cloth direction	8
5.1.2 Design between plated through hole (PTH)	9
5.2 CAF test board	10
5.2.1 Example A	10
5.2.2 Example B	11
5.3 Number of specimens	13
6 Equipment/Apparatus or material	13
6.1 Environmental test chamber	13
6.2 Measuring equipment	13
6.3 Power supply	13
6.4 Current limiting resistors	14
6.5 Connecting wire	14
6.6 Other dedicated fixtures	14
7 Resistance measurement method	14
7.1 Manual insulation resistance measurement method	14
7.2 Automatic insulation resistance measurement method	15
8 Test method	16
8.1 Test method selection	16
8.2 Steady-state temperature and humidity test	16
8.2.1 Object	16
8.2.2 Test condition	16
8.3 Temperature and humidity (12 h + 12 h) cycle test	16
8.3.1 Object	16
8.3.2 Test condition	17
8.3.3 Number of cycles of the test	17
8.4 Temperature and humidity cyclic test with and without low temperature exposure	17
8.4.1 Object	17
8.4.2 Test condition	17
8.5 Steady-state high temperature and high humidity (unsaturated pressurized vapour) test	17
8.5.1 Object	17
8.5.2 Test condition	18
9 Procedure	18
9.1 Test specimen preparation	18
9.1.1 General	18
9.1.2 Sample identification	18

9.1.3	Prescreen for opens and shorts	18
9.1.4	Cleaning	19
9.1.5	Connecting wire	19
9.1.6	Cleaning after attachment	19
9.1.7	Dry	19
9.2	Precondition	19
9.3	Test procedure	19
9.3.1	Setting of the specimen	19
9.3.2	Test voltage and measuring voltage	19
9.3.3	Temperature and humidity condition at the start time of the test	20
9.3.4	Measurement	20
9.3.5	Procedure in test interruption	21
9.3.6	End of test	21
9.4	Visual inspection	21
9.4.1	General	21
9.4.2	Shape of electrochemical migration	21
Annex A (informative)	Forms of electrochemical migration	22
A.1	Example of dendrite-shaped migration	22
A.2	CAF (Example of migration along the glass fibre)	22
Bibliography		23
Figure 1	– Schematic of in-line test comb, with possible failure site	8
Figure 2	– Schematic of staggered test comb, with possible failure site	9
Figure 3	– Manhattan distance	9
Figure 4	– Schematic section of via pair with bias	10
Figure 5	– Example of inner layer via pads and layer patterns	10
Figure 6	– Example of no inner layer via pads and layer patterns	10
Figure 7	– Insulation evaluation pattern for through-holes and via holes	11
Figure 8	– Layouts of the two versions of the CAF test boards	12
Figure 9	– Measurement with insulation resistance meter	15
Figure 10	– Temperature and humidity in a test	20
Figure A.1	– Example which is generated on the board surface	22
Figure A.2	– Example of CAF	22
Table 1	– Dimension of insulation evaluation pattern for through-holes	11
Table 2	– Test structures A1 through A4 design rules	12
Table 3	– Test structures B1 through B4 design rules	13
Table 4	– Test condition	16
Table 5	– Number of cycles of the test	17
Table 6	– Test condition	17
Table 7	– Test condition (IEC 60068-2-66)	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARD
AND OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –****Part 5-503: General test method for materials and assemblies –
Conductive anodic filaments (CAF) testing of circuit boards**

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 61189-5-503 been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This bilingual version (2019-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-05.

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

FDIS	Report on voting
91/1433/FDIS	91/1443/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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 BOARD AND OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –

Part 5-503: General test method for materials and assemblies – Conductive anodic filaments (CAF) testing of circuit boards

1 Scope

This part of IEC 61189 specifies the conductive anodic filament (hereafter referred to as CAF) and specifies not only the steady-state temperature and humidity test, but also a temperature-humidity cyclic test and an unsaturated pressurized vapour test (HAST).

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60068-2-66, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60068-2-67, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cy: Damp heat, steady state, accelerated test primarily intended for components*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IPC-TM-650 No.2.6.14.1, *Electrochemical Migration Resistance Test* [viewed 2017-01-31]. Available at: https://www.ipc.org/TM/2-6_2-6-14-1.pdf

IPC-TM-650 No.2.6.25, *Conductive Anodic Filament (CAF) Resistance Test: X-Y Axis* [viewed 2017-01-31]. Available at: https://www.ipc.org/4.0_Knowledge/4.1_Standards/test/2-6-25.pdf

SOMMAIRE

SOMMAIRE	24
AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Condition d'essai	30
4.1 Condition normale	30
4.2 Analyse raisonnée	30
5 Specimen	30
5.1 Grandes lignes de conception du véhicule d'essai CAF	30
5.1.1 Evaluation de la conception de la direction du tissu de verre	30
5.1.2 Conception entre trous traversants métallisés (PTH)	32
5.2 Carte d'essai CAF	33
5.2.1 Exemple A	33
5.2.2 Exemple B	34
5.3 Nombre de spécimens	36
6 Equipement/appareillage ou matériel	36
6.1 Chambre d'essai d'environnement	36
6.2 Matériel de mesure	36
6.3 Alimentation électrique	37
6.4 Résistances de limitation de courant	37
6.5 Fils de connexion	37
6.6 Autres montages dédiés	37
7 Méthode de mesure de la résistance	37
7.1 Méthode de mesure manuelle de la résistance d'isolement	37
7.2 Méthode de mesure automatique de la résistance d'isolement	38
8 Méthode d'essai	39
8.1 Choix de la méthode d'essai	39
8.2 Essai continu de température et d'humidité	39
8.2.1 Objet	39
8.2.2 Condition d'essai	39
8.3 Essai cyclique de température et d'humidité (12 h + 12 h)	39
8.3.1 Objet	39
8.3.2 Condition d'essai	40
8.3.3 Nombre de cycles d'essai	40
8.4 Essai cyclique de température et d'humidité avec et sans exposition à basse température	40
8.4.1 Objet	40
8.4.2 Condition d'essai	40
8.5 Essai continu de haute température et d'humidité élevée (vapeur pressurisée non saturée)	41
8.5.1 Objet	41
8.5.2 Condition d'essai	41
9 Procédure	41
9.1 Préparation du spécimen	41
9.1.1 Généralités	41

9.1.2	Identification des échantillons	42
9.1.3	Détection des circuits ouverts et des courts-circuits	42
9.1.4	Nettoyage	42
9.1.5	Fils de connexion	42
9.1.6	Nettoyage après fixation	42
9.1.7	Essai à sec	42
9.2	Pré-conditionnement	42
9.3	Procédure d'essai	42
9.3.1	Mise en place du spécimen	42
9.3.2	Tensions d'essai et de mesure	43
9.3.3	Condition de température et d'humidité en début d'essai	43
9.3.4	Mesure	43
9.3.5	Procédure d'interruption d'essai	44
9.3.6	Fin d'essai	44
9.4	Inspection visuelle	44
9.4.1	Généralités	44
9.4.2	Forme de migration électrochimique	45
Annexe A (informative) Formes de migration électrochimique		46
A.1	Exemple de migration en forme de dendrite	46
A.2	CAF (exemple de migration le long de la fibre de verre)	46
Bibliographie		47
Figure 1 – Représentation schématique d'un peigne d'essai en ligne, avec site de défaillance possible		31
Figure 2 – Représentation schématique d'un peigne d'essai en quinconce, avec site de défaillance possible		31
Figure 3 – Distance de Manhattan		32
Figure 4 – Coupe schématique d'une paire de trous d'interconnexion avec polarisation		32
Figure 5 – Exemple de pastilles de trous d'interconnexion avec couche interne et de tracés de couches		33
Figure 6 – Exemple de pastilles de trous d'interconnexion sans couche interne et de tracés de couches		33
Figure 7 – Tracé d'évaluation de l'isolement pour trous traversants et trous d'interconnexion		34
Figure 8 – Dispositions des deux versions des cartes d'essai CAF		35
Figure 9 – Mesure avec un mesureur de résistance d'isolement		38
Figure 10 – Température et humidité pendant un essai		43
Figure A.1 – Exemple généré à la surface de la carte		46
Figure A.2 – Exemple de CAF		46
Tableau 1 – Dimension du tracé d'évaluation de l'isolement pour les trous traversants		34
Tableau 2 – Règles de conception des structures d'essai A1 à A4		35
Tableau 3 – Règles de conception des structures d'essai B1 à B4		36
Tableau 4 – Condition d'essai		39
Tableau 5 – Nombre de cycles d'essai		40
Tableau 6 – Condition d'essai		40
Tableau 7 – Condition d'essai (IEC 60068-2-66)		41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 5-503: Méthode d'essai générale pour les matériaux et les assemblages – Essais des filaments anodiques conducteurs (CAF) des cartes à circuits

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 61189-5-503 a été établie par le IEC comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

La présente version bilingue (2019-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 91/1433/FDIS et 91/1443/RVD.

Le rapport de vote 91/1443/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61189, publiée 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 internet de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 5-503: Méthode d'essai générale pour les matériaux et les assemblages – Essais des filaments anodiques conducteurs (CAF) des cartes à circuits

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61189 spécifie le filament anodique conducteur (ci-après appelé CAF) et spécifie non seulement l'essai continu de température et d'humidité, mais aussi un essai cyclique de température-humidité et un essai de vapeur pressurisée non saturée (HAST).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-38, *Essais d'environnement – Partie 2-38: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

IEC 60068-2-66, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essai – Essai Cx: Essai continu de chaleur humide (vapeur pressurisée non saturée)*

IEC 60068-2-67, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Cy: Essai continu de chaleur humide, essai accéléré applicable en premier lieu aux composants*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60194, *Conception, fabrication et assemblage des cartes imprimées – Termes et définitions*

IPC-TM-650 No.2.6.14.1, *Electrochemical Migration Resistance Test* [consultée le 31 janvier 2017]. Disponible à l'adresse: https://www.ipc.org/TM/2-6_2-6-14-1.pdf (disponible en anglais seulement)

IPC-TM-650 No.2.6.25, *Conductive Anodic Filament (CAF) Resistance Test: X-Y Axis* [consultée le 31 janvier 2017]. Disponible à l'adresse: https://www.ipc.org/4.0_Knowledge/4.1_Standards/test/2-6-25.pdf https://www.ipc.org/TM/2-6_2-6-14-1.pdf (disponible en anglais seulement)