IEC 62137-3

Edition 1.0 2011-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Electronics assembly technology – Part 3: Selection guidance of environmental and endurance test methods for solder joints

Techniques d'assemblage des composants électroniques – Partie 3: Guide de choix des méthodes d'essai d'environnement et d'endurance des joints brasés

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 31.190

ISBN 978-2-88912-711-5

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
4 General remarks 9
5 Procedure of selecting the applicable test method 10
5.1 Stress to solder joints in the field and test methods 10
5.2 Selection of test methods based on the shapes and terminations/leads of electronic devices 12
5.2.1 Surface mount devices 12
5.2.2 Lead insertion type device 13
6 Common subjects in each test method 14
6.1 Mounting device and materials used 14
6.2 Soldering condition 15
6.2.1 General 15
6.2.2 Reflow soldering 15
6.2.3 Wave soldering 17
6.3 Accelerated stress conditioning 18
6.3.1 Rapid temperature change (applies to all solder alloys in this document) 18
6.3.2 Dry heat (applies to Bi58Sn42 alloy solder only) 19
6.3.3 Damp heat (steady state) (applies to Sn91Zn9 and Sn89Zn8Bi3 alloy solder) 19
6.4 Selection of test conditions and judgement of test results 19
7 Evaluation test method 19
7.1 Solder joint strength test of SMD 19
7.1.1 General 19
7.1.2 Pull strength test 19
7.1.3 Shear strength test 20
7.1.4 Torque shear strength test 21
7.1.5 Monotonic bending strength test 21
7.2 Cyclic bending strength test 22
7.3 Mechanical shear fatigue test 23
7.4 Cyclic drop test and cyclic steel ball drop strength test 24
7.4.1 Overview 24
7.4.2 Cyclic steel ball drop strength test 25
7.5 Solder joint strength test for lead insertion type device 26
7.5.1 Pull strength test for insertion type device 26
7.5.2 Creep strength test for lead insertion type device 26
Annex A (informative) Condition of rapid temperature change 28
Annex B (informative) Electrical continuity test for solder joint 30
Annex C (informative) Torque shear strength test 31
Annex D (informative) Monotonic bending strength test 34
Annex E (informative) Cyclic steel ball drop strength test 36
Annex F (informative) Pull strength test 38
Annex G (informative) Creep strength test 39

Annex H (informative) Evaluation method for the fillet lifting phenomenon of a lead insertion type device solder joint 41
Bibliography 43

Figure 1 – Joint regions for the reliability tests 9
Figure 2 – Factors affecting the joint reliability made by lead-free solder 10
Figure 3 – An example of the mounting position of SMD for monotonic bending and cyclic bending tests 15
Figure 4 – An example of reflow soldering temperature profile (Sn96,5Ag3Cu,5) 16
Figure 5 – Examples of reflow soldering temperature profile other than Sn96,5Ag3Cu,5 16
Figure 6 – An example of wave soldering temperature profile (Sn96,5Ag3Cu,5) 17
Figure 7 – An example of wave soldering temperature profile 18
Figure 8 – Pull strength test 20
Figure 9 – Shear strength test 20
Figure 10 – Torque shear strength test 21
Figure 11 – Monotonic bending strength test 21
Figure 12 – Cyclic bending strength test 22
Figure 13 – Structure of cyclic bending strength test 23
Figure 14 – Schematic diagram of mechanical shear fatigue for solder joint 24
Figure 15 – Cyclic drop test 25
Figure 16 – Cyclic steel ball drop test 25
Figure 17 – Pull strength test 26
Figure 18 – Creep strength test 27
Figure A.1 – Stress relation curve for a given strain to a solder joint (Sn96,5Ag3Cu,5) 28
Figure A.2 – Time to reach steady state in the temperature cycle chamber 29
Figure B.1 – Example of the test circuit for an electrical continuity test of a solder joint 30
Figure C.1 – Fixing of substrate for torque shear strength test 32
Figure C.2 – Torque shear strength test jig and position adjustment 33
Figure C.3 – Torque shear strength test for a connector 33
Figure D.1 – Example of a board bending jig 34
Figure E.1 – Cyclic steel ball drop test 37
Figure E.2 – Comparison of cyclic drop test and cyclic steel ball drop test 37
Figure F.1 – Pull strength test 38
Figure G.1 – Creep strength test 39
Figure H.1 – Fillet lifting phenomenon of solder joint 41
Figure H.2 – Example of an electrical continuity test circuit for a lead insertion type device solder joint 42

Table 1 – Correlations between test methods and actual stresses in the field 11
Table 2 – Recommended test methods suitable for specific shapes and terminations/leads of SMDs 12
Table 3 – Recommended test methods suitable for application and mass of the lead insertion type device 13
Table 4 – Solder alloy composition 14

Table 5 – Diameters of through holes and lands in respect to the nominal cross section and nominal diameter of lead wire 15
Table 6 – Temperature condition for rapid temperature change..... 18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRONICS ASSEMBLY TECHNOLOGY –

Part 3: Selection guidance of environmental and endurance test methods for solder joints

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 62137-3 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This first edition cancels and replaces IEC/PAS 62137-3, published in 2008, and includes some editorial revisions. The main changes with respect to the PAS include the following:

– no technical changes;
– some editorial changes and corrections;
– for the sake of convenience some constitutive changes.

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

FDIS	Report on voting
91/986/FDIS	91/1011/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.

A list of all parts of IEC 62137 under the general title *Electronics assembly technology* can be found in 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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

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 publication using a colour printer.

ELECTRONICS ASSEMBLY TECHNOLOGY –

Part 3: Selection guidance of environmental and endurance test methods for solder joints

1 Scope

This part of IEC 62137 describes the selection methodology of an appropriate test method for a reliability test for solder joints of various shapes and types of surface mount devices (SMD), array type devices and leaded devices, and lead insertion type devices using various types of solder material alloys.

2 Normative references

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

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

IEC 61188-5 (all parts), *Printed boards and printed board assemblies – Design and use*

IEC 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 62137-1-1:2007, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-1: Pull strength test*

IEC 62137-1-2:2007, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-2: Shear strength test*

IEC 62137-1-3:2008, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-3: Cyclic drop test*

IEC 62137-1-4:2009, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-4: Cyclic bending test*

IEC 62137-1-5:2009, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joints – Part 1-5: Mechanical shear fatigue test*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 47
1 Domaine d'application 49
2 Références normatives 49
3 Termes et définitions 50
4 Remarques générales 51
5 Procédure de choix de la méthode d'essai applicable 53
5.1 Contraintes sur les joints brasés en situation et méthodes d'essai 53
5.2 Choix des méthodes d'essai basées sur les formes et les bornes/connexions des dispositifs électroniques 55
5.2.1 Dispositifs montés en surface 55
5.2.2 Dispositif du type à insertion de connexions 56
6 Sujets communs dans chaque méthode d'essai 57
6.1 Dispositif de montage et matériaux utilisés 57
6.2 Condition de soudage 59
6.2.1 Généralités 59
6.2.2 Soudage par refusion 59
6.2.3 Soudage à la vague 61
6.3 Conditionnement de contrainte accéléré 63
6.3.1 Variation rapide de température (s'applique à tous les alliages de soudure du présent document) 63
6.3.2 Chaleur sèche (s'applique uniquement à la soudure d'alliage de Bi58Sn42) 64
6.3.3 Chaleur humide (régime permanent) (s'applique à la soudure d'alliage de Sn91Zn9 et Sn89Zn8Bi3) 64
6.4 Choix des conditions d'essai et estimation des résultats d'essai 64
7 Méthode d'essai d'évaluation 65
7.1 Essai de résistance d'un joint brasé de CMS 65
7.1.1 Généralités 65
7.1.2 Essai de résistance à la traction 65
7.1.3 Essai de résistance au cisaillement 65
7.1.4 Essai de résistance au couple de cisaillement 66
7.1.5 Essai de résistance à la flexion monotone 66
7.2 Essai de résistance à la flexion cyclique 67
7.3 Essai de fatigue par cisaillement mécanique 69
7.4 Essai de chute cyclique et essai de résistance aux chutes cycliques d'une bille d'acier 70
7.4.1 Vue d'ensemble 70
7.4.2 Essai de résistance aux chutes cycliques d'une bille en acier 71
7.5 Essai de résistance d'un joint brasé pour un dispositif du type à insertion de connexions 72
7.5.1 Essai de résistance à la traction d'un dispositif du type à insertion 72
7.5.2 Essai de résistance au fluage d'un dispositif du type à insertion de connexions 72
Annexe A (informative) Condition de la variation rapide de température 74
Annexe B (informative) Essai de continuité électrique d'un joint brasé 76
Annexe C (informative) Essai de résistance au cisaillement de couple 77
Annexe D (informative) Essai de résistance à la flexion monotone 81

Annexe E (informative) Essai de résistance aux chutes cycliques d'une bille en acier 83
Annexe F (informative) Essai de résistance à la traction 85
Annexe G (informative) Essai de résistance au fluage 86
Annexe H (informative) Méthode d'évaluation du phénomène de soulèvement du raccord d'un joint brasé d'un dispositif du type à insertion de connexions 88
Bibliography 90

Figure 1 – Régions de joint pour les essais de fiabilité 52
Figure 2 – Facteurs affectant la fiabilité des joints réalisés par soudure sans plomb 53
Figure 3 – Un exemple de position de montage de CMS pour les essais de flexion monotone et de flexion cyclique 58
Figure 4 – Un exemple de profil de température de soudage par refusion (Sn96,5Ag3Cu,5) 60
Figure 5 – Exemples de profil de température de soudage par refusion autre que Sn96,5Ag3Cu,5 61
Figure 6 – Exemple de profil de température de soudage à la vague (Sn96,5Ag3Cu,5) 62
Figure 7 – Exemple de profil de température de soudage à la vague 63
Figure 8 – Essai de résistance à la traction 65
Figure 9 – Essai de résistance au cisaillement 66
Figure 10 – Essai de résistance au couple de cisaillement 66
Figure 11 – Essai de résistance à la flexion monotone 67
Figure 12 – Essai de résistance à la flexion cyclique 68
Figure 13 – Structure de l'essai de résistance à la flexion cyclique 68
Figure 14 – Dessin schématique de la fatigue par cisaillement mécanique pour un joint brasé 70
Figure 15 – Essai de chute cyclique 71
Figure 16 – Essai de chute cyclique de billes d'acier 72
Figure 17 – Essai de résistance à la traction 72
Figure 18 – Essai de résistance au fluage 73
Figure A.1 – Courbe de relation de contrainte pour une contrainte donnée sur un joint brasé (Sn96,5Ag3Cu,5) 74
Figure A.2 – Temps pour atteindre un régime permanent dans la chambre pour cycle de température 75
Figure B.1 – Exemple de circuit d'essai pour essai de continuité électrique d'un joint brasé 76
Figure C.1 – Fixation du substrat pour l'essai de résistance au couple de cisaillement 79
Figure C.2 – Support de l'essai de résistance au couple de cisaillement et réglage de position 79
Figure C.3 – Essai de résistance au couple de cisaillement d'un connecteur 80
Figure D.1 – Un exemple de support de flexion de carte 81
Figure E.1 – Essai de chute cyclique de billes d'acier 84
Figure E.2 – Comparaison de l'essai de chute cyclique et de l'essai de chute cyclique de billes d'acier 84
Figure F.1 – Essai de résistance à la traction 85
Figure G.1 – Essai de résistance au fluage 86
Figure H.1 – Phénomène de soulèvement du raccord d'un joint de brasure 88

Figure H.2 – Exemple de circuit d'essai de continuité électrique d'un joint brasé d'un dispositif du type à insertion de connexions 89

Tableau 1 – Corrélations entre les méthodes d'essais et les contraintes réelles en situation 54

Tableau 2 – Méthodes d'essais recommandées appropriées à des formes et bornes/connexions spécifiques de CMS 55

Tableau 3 – Méthodes d'essai recommandées convenant pour l'application et la masse du dispositif du type à insertion de connexions 57

Tableau 4 – Composition des alliages de soudure 57

Tableau 5 – Diamètres des trous traversants et des plages par rapport à la section transversale nominale et au diamètre nominal de la connexion filaire 59

Tableau 6 – Condition de température pour une variation rapide de température 64

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 3: Guide de choix des méthodes d'essai d'environnement et d'endurance des joints brasés

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 62137-3 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Cette première édition annule et remplace la CEI/PAS 62137-3, publiée en 2008, et comporte des modifications éditoriales. Les principales modifications par rapport au PAS sont les suivantes:

– pas de modifications techniques;
– des corrections et modifications éditoriales;
– un réagencement du document.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/986/FDIS	91/1011/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.

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 62137, présentées sous le titre général *Techniques d'assemblage des composants électroniques*, peut être consultée sur le site web de la CEI

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.

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 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.

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.

TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 3: Guide de choix des méthodes d'essai d'environnement et d'endurance des joints brasés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62137 présente la méthodologie de choix d'une méthode d'essai appropriée à un essai de fiabilité des joints brasés de divers types et formes de dispositifs montés en surface (CMS), de dispositifs du type en réseau, de dispositifs à connexions filaires et de dispositifs du type à insertion de connexions, utilisant divers types d'alliages de matériaux de soudure.

2 Références normatives

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

CEI 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*
Disponible en anglais seulement.

CEI 61188-5 (toutes les parties) *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation*

CEI 61249-2-7, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-7: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuille stratifiée tissée de verre E avec de la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre*

CEI 62137-1-1:2007, *Technologie de montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-1: Essai de résistance à la traction*

CEI 62137-1-2:2007, *Technologie de montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-2: Essai de résistance au cisaillement*

CEI 62137-1-3:2008, *Technologie de montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-3: Essai de chute cyclique*

CEI 62137-1-4:2009, *Technologie de montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-4: Essai de flexion cyclique*

CEI 62137-1-5:2009, *Technologie de montage en surface – Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-5: Essai de fatigue par cisaillement mécanique*