



TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

**Environmental testing –
Part 3-12: Supporting documentation and guidance – Method to evaluate a
possible lead-free solder reflow temperature profile**

**Essais d'environnement –
Partie 3-12: Documentation d'accompagnement et guide – Méthode d'évaluation
d'un profil de température possible de brasage sans plomb par refusion**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-1888-4

**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 | 3 |
| 1 Scope | 5 |
| 2 Basics | 5 |
| 3 Boards under investigation | 6 |
| 3.1 Test board approach | 6 |
| 3.2 Production board approach | 6 |
| 4 Temperature tolerances | 7 |
| 4.1 Temperature tolerances in Study A | 7 |
| 4.2 Temperature tolerance and board size influence in Study B | 8 |
| 5 Peak form and width | 9 |
| 5.1 Peak form and width in Study A | 9 |
| 5.2 Reflow oven investigation in Study B | 9 |
| 6 Classification | 10 |
| 6.1 Device classification in Study A | 10 |
| 6.2 Board classification in Study B | 12 |
| 7 Consideration for a lead-free reflow temperature profile | 13 |
| 7.1 Determined lead-free reflow temperature profile in Study A | 13 |
| 7.2 Lead-free reflow temperature profile approach in Study B | 14 |
| 8 Conclusion | 15 |
| Bibliography | 16 |
| | |
| Figure 1 – Curve shape for a peak temperature of at least 20 s at 230 °C and 1 s at 233 °C | 6 |
| Figure 2 – Position of the assembled devices and temperature dependence on the device position | 7 |
| Figure 3 – Lower and upper temperature tolerances of the reflow solder profile | 8 |
| Figure 4 – Temperature tolerance and board size influence | 8 |
| Figure 5 – Hat type peak profile with 40 s at $T_{max} - 5 K = 255 °C$ for the small devices and the PCB | 9 |
| Figure 6 – ΔT by different reflow oven capabilities | 10 |
| Figure 7 – Representative test board measurements | 11 |
| Figure 8 – Example of the small board (camcorder) | 13 |
| Figure 9 – Example of the mid-size board (personal computer (PC)) | 13 |
| Figure 10 – Lead-free reflow temperature profile for device qualification | 14 |
| | |
| Table 1 – Measured temperatures of devices and values including lower and upper tolerances | 11 |
| Table 2 – Possible temperature classification of surface mount devices | 12 |
| Table 3 – Proposed requirements for a lead-free reflow profile | 14 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 3-12: Supporting documentation and guidance – Method to evaluate a possible lead-free solder reflow temperature profile

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC TR 60068-3-12, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- the content has been adapted to the state-of-the-art of reflow-oven technology and termination finishes;
- minor language adjustments were performed.

The text of this technical report is based on the following documents:

| | |
|---------------|------------------|
| Enquiry draft | Report on voting |
| 91/1158/DTR | 91/1177/RVC |

Full information on the voting for the approval of this technical report 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 the parts in the IEC 60068 series, under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

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.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 3-12: Supporting documentation and guidance – Method to evaluate a possible lead-free solder reflow temperature profile

1 Scope

This part of IEC 60068, which is a technical report, presents two approaches for establishing a possible temperature profile for a lead-free reflow soldering process using SnAgCu solder paste.

This process covers a great variety of electronic products, including a large range of package sizes (e.g. molded active electronic components, passive components and electromechanical components).

Study A addresses requirements needed in the production of high-reliability electronic control units (ECU), as for example in automotive electronics. These requirements include measurement and production tolerances.

Study B represents consumer electronics products and includes reflow oven capability, board design and package sizes.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS | 19 |
| 1 Domaine d'application | 21 |
| 2 Notions fondamentales | 21 |
| 3 Cartes étudiées | 22 |
| 3.1 Approche de la carte d'essai | 22 |
| 3.2 Approche de la carte de fabrication..... | 23 |
| 4 Tolérances de température | 23 |
| 4.1 Tolérances de température dans l'étude A | 23 |
| 4.2 Tolérance de température et influence des dimensions de la carte dans l'étude B | 25 |
| 5 Forme et largeur de pic de brasage | 26 |
| 5.1 Forme et largeur de pic dans l'étude A..... | 26 |
| 5.2 Etude du four de refusion dans l'étude B..... | 27 |
| 6 Classification | 28 |
| 6.1 Classification des dispositifs dans l'étude A | 28 |
| 6.2 Classification des cartes dans l'étude B | 30 |
| 7 Considérations relatives à un profil de température de refusion sans plomb | 32 |
| 7.1 Profil de température de refusion sans plomb déterminé dans l'étude A..... | 32 |
| 7.2 Approche du profil de température de refusion sans plomb dans l'étude B | 34 |
| 8 Conclusion | 34 |
| Bibliographie..... | 35 |
| | |
| Figure 1 – Forme de courbe pour une température de crête d'au moins 20 s à 230 °C et 1 s à 233 °C..... | 22 |
| Figure 2 – Position des dispositifs assemblés et de la dépendance de la position du dispositif par rapport à la température..... | 24 |
| Figure 3 – Tolérances de température inférieure et supérieure du profil de brasage par refusion | 25 |
| Figure 4 – Tolérance de température et influence des dimensions de la carte..... | 26 |
| Figure 5 – Profil de crête de type chapeau avec 40 s à $T_{\max} - 5 \text{ K} = 255 \text{ °C}$ pour les petits dispositifs et le PCB | 27 |
| Figure 6 – ΔT pour différentes caractéristiques du four de refusion..... | 28 |
| Figure 7 – Mesures de cartes d'essai représentatives | 29 |
| Figure 8 – Exemple de petite carte (caméscope)..... | 31 |
| Figure 9 – Exemple de carte de taille moyenne (PC)..... | 32 |
| Figure 10 – Profil de température de refusion sans plomb pour la qualification des composants | 33 |
| | |
| Tableau 1 – Températures mesurées des dispositifs et valeurs incluant les tolérances inférieures et supérieures | 29 |
| Tableau 2 – Classification en température possible des dispositifs à montage en surface | 30 |
| Tableau 3 – Exigences proposées pour un profil de température de refusion | 33 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 3-12: Documentation d'accompagnement et guide – Méthode d'évaluation d'un profil de température possible de brasage sans plomb par refusion

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 tâche principale des comités d'études de l'IEC est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

L'IEC TR 60068-3-12, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

La seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2007 et constitue une révision technique.

Respectant l'édition précédente, cette édition inclut les importants changements techniques suivants:

- Le contenu a été adapté à la technologie de pointe des fours de refusion et des terminaisons étamées.
- des modifications linguistiques mineures ont été apportées

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

| Projet d'enquête | Rapport de vote |
|------------------|-----------------|
| 91/1158/DTR | 91/1177/RVC |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, est disponible sur le site web de l'IEC.

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.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 3-12: Documentation d'accompagnement et guide – Méthode d'évaluation d'un profil de température possible de brasage sans plomb par refusion

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068, qui est un rapport technique, présente deux approches pour établir un profil de température possible pour un processus de brasage sans plomb par refusion utilisant de la pâte à braser au SnAgCu.

Ce processus recouvre une grande diversité de produits électroniques, incluant une large gamme de dimensions de boîtier (par exemple, des composants électroniques actifs moulés, des composants passifs et des composants électromécaniques).

L'étude A traite les exigences nécessaires pour la fabrication d'unités de commande électroniques (ECU, *Electronic Control Unit*) de haute fiabilité, par exemple pour l'électronique automobile. Ces exigences contiennent les tolérances de mesure et de fabrication.

L'étude B présente les produits électroniques grand public et inclut les caractéristiques des fours de refusion, la conception des cartes et les dimensions des boîtiers.