

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61191-1

Première édition
First edition
1998-08

Ensembles de cartes imprimées –

Partie 1:

Spécification générique –

**Exigences relatives aux ensembles électriques
et électroniques brasés utilisant les techniques
de montage en surface et associées**

Printed board assemblies –

Part 1:

Generic specification –

**Requirements for soldered electrical and
electronic assemblies using surface mount
and related assembly technologies**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61191-1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61191-1

Première édition
First edition
1998-08

Ensembles de cartes imprimées –

Partie 1:

Spécification générique –

**Exigences relatives aux ensembles électriques
et électroniques brasés utilisant les techniques
de montage en surface et associées**

Printed board assemblies –

Part 1:

Generic specification –

**Requirements for soldered electrical and
electronic assemblies using surface mount
and related assembly technologies**

© IEC 1998 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes et définitions.....	12
4 Exigences générales	14
4.1 Ordre de priorité.....	14
4.2 Interprétation des exigences	14
4.3 Classification	14
4.4 Défauts et indicateurs de déviation de processus (PDI)	16
4.5 Exigences relatives au contrôle du processus.....	16
4.6 Répercussion des exigences	16
4.7 Conceptions physiques	16
4.8 Supports visuels.....	18
4.9 Compétence du personnel.....	18
4.10 Décharge électrostatique (ESD).....	18
4.11 Installations	20
4.12 Outils et matériel d'assemblage.....	20
5 Exigences relatives aux matériaux.....	22
5.1 Brasure.....	22
5.2 Flux	22
5.3 Crèmes à braser	24
5.4 Préformes de brasage.....	24
5.5 Adhésifs.....	24
5.6 Agents nettoyants	24
5.7 Revêtements en polymères	24
5.8 Dénudeurs chimiques.....	26
5.9 Dispositifs de brasage rétractables à la chaleur	26
6 Exigences relatives aux composants et cartes imprimées	26
6.1 Brasabilité.....	26
6.2 Maintien de la brasabilité.....	28
6.3 Maintien de la pureté de la brasure.....	30
6.4 Préparation des sorties	32
7 Exigences relatives au processus d'assemblage	32
7.1 Propreté.....	32
7.2 Marquages des pièces et désignations de référence.....	32
7.3 Contours des connexions de brasure.....	34
7.4 Pièges d'humidité.....	34
7.5 Dissipation thermique.....	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	13
4 General requirements	15
4.1 Order of precedence	15
4.2 Interpretation of requirements	15
4.3 Classification	15
4.4 Defects and process deviation indicators (PDIs)	17
4.5 Process control requirements	17
4.6 Requirements flowdown	17
4.7 Physical designs	17
4.8 Visual aids	19
4.9 Proficiency of personnel	19
4.10 Electrostatic discharge (ESD)	19
4.11 Facilities	21
4.12 Assembly tools and equipment	21
5 Materials requirements	23
5.1 Solder	23
5.2 Flux	23
5.3 Solder paste	25
5.4 Preform solder	25
5.5 Adhesives	25
5.6 Cleaning agents	25
5.7 Polymeric coatings	25
5.8 Chemical strippers	27
5.9 Heat shrinkable soldering devices	27
6 Components and printed board requirements	27
6.1 Solderability	27
6.2 Solderability maintenance	29
6.3 Solder purity maintenance	31
6.4 Lead preparation	33
7 Assembly process requirements	33
7.1 Cleanliness	33
7.2 Part markings and reference designations	33
7.3 Solder connection contours	35
7.4 Moisture traps	35
7.5 Thermal dissipation	35

Articles	Pages
8 Exigences relatives au brasage d'un ensemble	34
8.1 Généralités	34
8.2 Brasage par refusion	36
8.3 Brasage à la machine autre que la refusion (immersion)	40
8.4 Brasage manuel	42
9 Exigences relatives à la propreté	44
9.1 Compatibilité des matériaux et des équipements	44
9.2 Nettoyage avant brasage	44
9.3 Nettoyage après brasage	46
9.4 Vérification de la propreté	46
9.5 Critères de propreté	46
10 Exigences relatives à l'ensemble	52
10.1 Exigences relatives à l'acceptation	52
10.2 Exigences générales relatives à l'assemblage	54
11 Revêtement et encapsulation	58
11.1 Revêtement enrobant	58
11.2 Encapsulation	64
12 Retouche et réparation	64
12.1 Retouche des ensembles électriques et électroniques brasés	66
12.2 Réparation	68
12.3 Nettoyage post-retouche/réparation	68
13 Assurance de la qualité du produit	68
13.1 Méthodologie de contrôle	68
13.2 Gestion de processus	70
14 Autres exigences	72
14.1 Santé et sécurité	72
14.2 Exigences de fabrication spéciales	74
14.3 Indications concernant la répercussion des exigences	74
15 Données de commande	74
Annexes	
A Exigences relatives aux outils et au matériel de brasage	76
B Qualification des flux	80
C Evaluation de la qualité	82
D Bibliographie	86

Clause	Page
8 Assembly soldering requirements	35
8.1 General.....	35
8.2 Reflow soldering	37
8.3 Mechanized immersion soldering (non-reflow)	41
8.4 Manual/hand soldering	43
9 Cleanliness requirements	45
9.1 Equipment and material compatibility.....	45
9.2 Pre-soldering cleaning.....	45
9.3 Post-soldering cleaning	47
9.4 Cleanliness verification	47
9.5 Cleanliness criteria.....	47
10 Assembly requirements	53
10.1 Acceptance requirements.....	53
10.2 General assembly requirements	55
11 Coating and encapsulation	59
11.1 Conformal coating	59
11.2 Encapsulation	65
12 Rework and repair.....	65
12.1 Rework of unsatisfactory soldered electrical and electronic assemblies.....	67
12.2 Repair.....	69
12.3 Post rework/repair cleaning.....	69
13 Product quality assurance	69
13.1 Inspection methodology.....	69
13.2 Process control.....	71
14 Other requirements	73
14.1 Health and safety.....	73
14.2 Special manufacturing requirements.....	75
14.3 Guidance on requirement flowdown.....	75
15 Ordering data.....	75
Annexes	
A Requirements for soldering tools and equipment.....	77
B Qualification of fluxes.....	81
C Quality assessment.....	83
D Bibliography	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES DE CARTES IMPRIMÉES –

Partie 1: Spécification générique –

Exigences relatives aux ensembles électriques ou électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61191-1 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Technique du montage en surface.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/131/FDIS	91/146/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.

La CEI 61191 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Ensembles de cartes imprimées*

Partie 1: Spécification générique – Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées

Partie 2: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage pour montage en surface

Partie 3: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage de trous traversants

Partie 4: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage de bornes par brasage

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

L'annexe D est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRINTED BOARD ASSEMBLIES –**Part 1: Generic specification –****Requirements for soldered electrical and electronic assemblies
using surface mount and related assembly technologies**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61191-1 has been prepared by IEC technical committee 91: Surface mounting technology.

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

FDIS	Report on voting
91/131/FDIS	91/146/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.

IEC 61191 consists of the following parts, under the general title *Printed board assemblies*

Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies

Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies

Part 3: Sectional specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies

Part 4: Sectional specification – Requirements for terminal soldered assemblies

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

Annex D is for information only.

ENSEMBLES DE CARTES IMPRIMÉES –

Partie 1: Spécification générique –

Exigences relatives aux ensembles électriques ou électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées

1 Domaine d'application

La présente spécification établit les exigences relatives aux matériaux, méthodes et critères de vérification utilisés dans le cadre de la production d'interconnexions et d'ensembles brasés de qualité faisant appel à la technique de montage en surface ainsi qu'à des techniques de montage associées. La présente spécification comprend également des recommandations concernant la qualité des processus de fabrication.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61191. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61191 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(541):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 541: Circuits imprimés*

CEI 60721-3-1:1987, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sécurités – Stockage*

CEI 61188-1-1:1997, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 1-1: Prescriptions génériques – Considérations concernant la planéité d'ensembles électroniques*

CEI 61188-2:—, *Conception et utilisation des circuits imprimés et des ensembles de cartes imprimées – Partie 2: Guide d'emploi des matériaux de base de circuits imprimés – Technologie de montage en surface*¹⁾

CEI 61189-1:1997, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles – Partie 1: Méthodes d'essai générales et méthodologie*

CEI 61189-3:1997, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles – Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)*

CEI 61190-1-1:—, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-1: Exigences pour les flux de brasage*¹⁾

CEI 61190-1-2:—, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences pour les crèmes à braser*¹⁾

¹⁾ A publier.

PRINTED BOARD ASSEMBLIES –

Part 1: Generic specification –

Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies

1 Scope

This specification prescribes requirements for materials, methods and verification criteria for producing quality soldered interconnections and assemblies using surface mounted and related assembly technologies. Also included are recommendations for good manufacturing processes.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61191. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61191 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(541):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 541: Printed circuits*

IEC 60721-3-1:1987, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

IEC 61188-1-1:1997, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 1-1: Generic requirements – Flatness considerations for electronic assemblies*

IEC 61188-2: —, *Design and use requirements of printed boards and printed board assemblies – Part 2: Guide to the use of printed wiring board substrate materials – Surface mount technology*¹⁾

IEC 61189-1:1997, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 1: General test methods and methodology*

IEC 61189-3:1997, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnecting structures (printed boards)*

IEC 61190-1-1:—, *Attachment materials for electronic assemblies – Part 1-1: Requirements for soldering fluxes*¹⁾

IEC 61190-1-2:—, *Attachment materials for electronic assemblies – Part 1-2: Requirements for soldering pastes*¹⁾

¹⁾ To be published.

CEI 61191-2:1998, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 2: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage pour montage en surface*

CEI 61191-3:1998, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 3: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage de trous traversants*

CEI 61191-4:1998, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 4: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage de bornes par brasage*

CEI 61192-1:—, *Soudures – Partie 1: Evolution de la qualité des joints soudés*¹⁾

CEI 61249-8-1:—, *Matériaux pour structures d'interconnexion – Partie 8-1: Série de spécifications intermédiaires pour les films et revêtements non conducteurs – Film flexible de polyester recouvert de colle*¹⁾

CEI 61249-8-2:—, *Matériaux pour structures d'interconnexion – Partie 8-2: Série de spécifications intermédiaires pour les films et revêtements non conducteurs – Film flexible de polyimide recouvert de colle*¹⁾

CEI 61249-8-3:—, *Matériaux pour structures d'interconnexion – Partie 8-3: Série de spécifications intermédiaires pour les films et revêtements non conducteurs – Film à transport de colle*¹⁾

CEI 61249-8-8:1997, *Matériaux pour structures d'interconnexion – Partie 8: Collection de spécifications intermédiaires pour les films et revêtements non conducteurs – Section 8: Revêtements amovibles de polymère*

CEI 61340-5-1:—, *Electrostatique – Partie 5-1: Spécification relative à la protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Prescriptions générales*¹⁾

CEI 61340-5-2:—, *Electrostatique – Partie 5-2: Spécification pour la protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Guide de l'utilisateur*¹⁾

CEI 61760-2:—, *Technique du montage en surface – Partie 2: Transport et stockage des composants pour montages en surface (CMS) – Guide d'application*¹⁾

CEI 62326-1:1996, *Cartes imprimées – Partie 1: Spécification générique*

CEI QC 200 012:1996, *Plan de l'agrément de procédé pour les unités de conception de cartes imprimées*

CECC 100015: *Spécifications de base: Protection des produits sensibles aux décharges électrostatiques*

ISO 9001:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées*

ISO 9002:1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production, installation et prestations associées*

ISO 9453:1990, *Alliages de brasage tendre – Composition chimique et formes*

ISO 9454-1:1990, *Flux de brasage tendre – Classification et caractéristiques – Partie 1: Classification, marquage et emballage*

ISO/DIS 9454-2:—, *Flux de brasage tendre – Classification et caractéristiques – Partie 2: Prescriptions de performance*

¹⁾ A publier

IEC 61191-2:1998, *Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies*

IEC 61191-3:1998, *Printed board assemblies – Part 3: Sectional specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies*

IEC 61191-4:1998, *Printed board assemblies – Part 4: Sectional specification – Requirements for terminal soldered assemblies*

IEC 61192-1:—, *Soft soldering – Part 1: Assessment of the quality of soldered joints* ¹⁾

IEC 61249-8-1:—, *Materials for interconnection structures – Part 8-1: Sectional specification set for non-conductive films and coatings – Adhesive coated flexible polyester film* ¹⁾

IEC 61249-8-2:—, *Materials for interconnection structures – Part 8-2: Sectional specification set for non-conductive films and coatings – Adhesive coated flexible polyimide film* ¹⁾

IEC 61249-8-3:—, *Materials for interconnection structures – Part 8-3: Sectional specification set for non-conductive films and coatings – Transfer adhesive film* ¹⁾

IEC 61249-8-8:1997, *Materials for interconnection structures – Part 8: Sectional specification set for non-conductive films and coatings – Section 8: Temporary polymer coatings*

IEC 61340-5-1:—, *Electrostatics – Part 5-1: Specification for the protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements* ¹⁾

IEC 61340-5-2:—, *Electrostatics – Part 5-2: Specification for the protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide* ¹⁾

IEC 61760-2:—, *Surface mounting technology – Part 2: Transportation and storage conditions of surface mounting devices (SMD) – Application guide* ¹⁾

IEC 62326-1:1996, *Printed boards – Part 1: Generic specification*

IEC QC 200 012:1996, *Process assessment schedule for printed board design facilities*

CECC 100015: BS – *Protection of electrostatic sensitive devices*

ISO 9001:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing*

ISO 9002:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing*

ISO 9453:1990, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

ISO 9454-1:1990, *Soft soldering fluxes – Classification and requirements – Part 1: Classification, labelling and packaging*

ISO/DIS 9454-2:—, *Soft soldering fluxes – Classification and requirements – Part 2: Performance requirements*

¹⁾ To be published.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61191, les définitions de la CEI 60050(541) et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

fabricant; assembleur

individu ou société responsable de la fourniture de matériaux et composants, ainsi que de tous les procédés d'assemblage et des opérations de vérification nécessaires pour assurer la parfaite conformité des ensembles avec la présente spécification

3.2

preuve objective

documentation faisant l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant, prenant la forme de documents de papier, de données informatisées, d'algorithmes, d'images vidéo ou d'autres supports

3.3

compétence

capacité à réaliser une tâche conformément aux exigences et procédures de vérification décrites dans la présente spécification

3.4

fournisseur

individu ou société chargé d'assurer au fabricant (assembleur) la parfaite conformité des composants électroniques, électromécaniques ou mécaniques, cartes imprimées, etc.) et des matériaux de base (brasure, flux, agents nettoyants, etc.) avec les exigences et les procédures de vérification de la présente spécification

3.5

utilisateur; autorité du fournisseur

individu, société ou agence responsable de la fourniture de matériel électrique/électronique, ayant la charge de définir la classe de matériel ainsi que toute variation ou restriction par rapport aux exigences de la présente spécification (c'est-à-dire l'initiateur ou la personne chargée du respect du contrat qui détaille ces exigences)

3.6

indicateur de déviation de processus (PDI)

indicateur utilisé pour permettre une amélioration constante du processus lorsqu'il reflète une variation au niveau du matériau, du matériel, du processus, du personnel et/ou de la fabrication. Il ne s'agit pas nécessairement d'un défaut.

3.7

courbure

défaut de planéité d'une carte, caractérisé par une déformation grossièrement cylindrique ou sphérique telle que, si le produit est rectangulaire, ses quatre coins sont dans le même plan

3.8

vrillage

déformation d'une plaque rectangulaire plane ou carte imprimée qui se produit parallèlement à une diagonale de sa surface, telle que l'un des coins de la plaque n'est pas dans le plan contenant les trois autres

3 Terms and definitions

For the purpose of this part of IEC 61191, the definitions of IEC 60050(541) and the following definitions apply.

3.1

manufacturer; assembler

the individual or company responsible for the procurement of materials and components, as well as all assembly process and verification operations necessary to ensure full compliance of assemblies with this specification

3.2

objective evidence

documentation, agreed to between user and manufacturer, in the form of hard copy, computer data, computer algorithms, video or other media

3.3

proficiency

the capability to perform tasks in accordance with the requirements and verification procedures detailed in this specification

3.4

supplier

the individual or company responsible for assuring, to the manufacturer (assembler), full compliance of components (electronic, electromechanical, mechanical components, printed boards, etc.) and base materials (solder, flux, cleaning agents, etc.) with the requirements and verification procedures of this specification

3.5

user; procuring authority

the individual, company or agency responsible for the procurement of electrical/electronic hardware, and having the authority to define the class of equipment and any variation or restrictions to the requirements of this specification (i.e., the originator/custodian of the contract detailing these requirements)

3.6

process deviation indicator (PDI)

a process deviation indicator is used for continuous process improvement when it is reflective of variation in material, equipment, personnel, process, and/or workmanship. It is not necessarily a defect.

3.7

bow

the deviation from flatness of a board characterized by a roughly cylindrical or spherical curvature so that, if the product is rectangular, its four corners are in the same plane

3.8

twist

the deviation of a rectangular sheet, panel or printed board that occurs parallel to a diagonal across its surface, so that one of the corners of the sheet is not in the plane that contains the other three corners

4 Exigences générales

4.1 Ordre de priorité

En cas de contradiction entre le texte de la présente spécification et les normes applicables qui y sont citées, le texte de la présente spécification doit être prioritaire. Cependant, la présente spécification ne remplace en rien les lois et réglementations applicables.

4.1.1 Contradiction

En cas de contradiction entre les exigences de la présente spécification et le ou les dessins d'assemblage applicables, le ou les dessins d'assemblage applicables approuvés par l'utilisateur doivent s'appliquer. Dans le cas d'une contradiction entre les exigences de la présente spécification et un ou plusieurs dessins d'assemblage non approuvés, les différences doivent être signalées à l'utilisateur désigné pour approbation. Pour une telle approbation, les dispositions doivent être documentées par une note de révision officielle ou équivalent sur les dessins d'assemblage, qui s'appliquent alors.

4.1.2 Documentation relative à la conformité

Lorsque la présente spécification nécessite l'apport de preuves documentaires pour étayer des demandes de conformité, chaque rapport doit être conservé et disponible pour un éventuel contrôle pendant une durée minimale de deux ans à partir de la date de l'événement enregistré (voir ISO 9002).

4.2 Interprétation des exigences

L'introduction d'une classification des produits en fonction des niveaux et de leur utilisation finale (voir 4.3) permet à l'utilisateur de différencier les exigences de performance. Quand l'utilisateur déclare se conformer aux exigences obligatoires de cette spécification, les conditions suivantes s'appliquent.

- à moins qu'il en soit spécifié autrement par l'utilisateur, le terme «doit» signifie que l'exigence est obligatoire,
- tout écart par rapport à une exigence obligatoire requiert l'acceptation écrite de l'utilisateur, par exemple au travers du dessin de l'assemblage, de la spécification ou d'une clause contractuelle. Les termes «il faut que» sont utilisés uniquement pour décrire des situations incontournables de fait. Dans le texte il y a également des notions de recommandations et de choix optionnels. Ces dernières ne sont pas des obligations. Il y a parfois également des déclarations d'intention.

Se référer à la partie 3 des directives ISO/CEI (N.D.T: il s'agit principalement de différencier les différentes obligations liées aux termes anglais "shall, must, should, may et will").

4.3 Classification

La présente spécification reconnaît que les ensembles électriques et électroniques sont soumis à des classifications correspondant à l'utilisation finale prévue pour l'article. Trois niveaux généraux relatifs au produit fini ont été établis afin de refléter les différences au niveau de la productibilité, des exigences de performances fonctionnelles et de la fréquence des vérifications (contrôle/essai). Il convient d'admettre d'éventuels empiètements de matériels entre différents niveaux. C'est à l'utilisateur (voir 3.5) des ensembles que revient la responsabilité de déterminer le niveau auquel le produit appartient. Le contrat doit spécifier le niveau prescrit et indiquer toute exception ou exigence supplémentaire concernant les paramètres, le cas échéant.

Niveau A: Produits électroniques généraux

Comprend les produits de consommation, certains ordinateurs et périphériques ainsi que le matériel informatique approprié aux applications quand l'exigence principale est fonction de l'ensemble achevé.

4 General requirements

4.1 Order of precedence

In the event of a conflict between the text of this specification and the applicable standard cited herein, the text of this specification shall take precedence. However, nothing in this specification supersedes applicable laws and regulations.

4.1.1 Conflict

In the event of conflict between the requirements of this specification and the applicable assembly drawing(s), the applicable user approved assembly drawing(s) shall govern. In the event of conflict between the requirements of this specification and assembly drawing(s) that has not been approved, the differences shall be referred to the designated user activity for approval. Upon such approval, the provisions shall be documented (by official revision notice or equivalent) on the assembly drawings, which shall then govern.

4.1.2 Conformance documentation

Where this specification requires documentary evidence to support conformance claims, each record shall be retained and be available for inspection for a minimum of two years from the date of the recorded occurrence (see ISO 9002).

4.2 Interpretation of requirements

The introduction of product classification according to the levels and their end use (see 4.3) permits the user to differentiate the performance requirements. When the user elects to specify compliance with the mandatory requirements of this specification, the following conditions apply:

- unless otherwise specified by the user, the word "shall" signifies that the requirements are mandatory,
- deviations from any "shall" requirement requires written acceptance by the user, e.g. via assembly drawing, specification or contract provision. The term "must" is used only to describe unavoidable situations. The word "should" is used to indicate a recommendation or guidance statement. The word "may" indicates an optional situation. Both "should" and "may" express non-mandatory situations. "Will" is used to express a declaration of purpose.

Refer to ISO/IEC Directives, part 3.

4.3 Classification

This specification recognizes that electrical and electronic assemblies are subject to classifications by intended end-item use. Three general end-product levels have been established to reflect differences in producibility, functional performance requirements, and verification (inspection/test) frequency. It should be recognized that there may be overlaps of equipment between levels. The user (see 3.5) of the assemblies is responsible for determining the level to which the product belongs. The contract shall specify the level required and indicate any exceptions or additional requirements to the parameters, where appropriate.

Level A: General electronic products

Includes consumer products, some computer and computer peripherals, and hardware suitable for applications where the major requirement is function of the completed assembly.

Niveau B: Produits électroniques spécialisés

Comprend du matériel de communication, des machines de bureau perfectionnées et des instruments pour lesquels de hautes performances et une durée de vie étendue sont prescrits et que l'on souhaite voir fonctionner de façon ininterrompue sans que cela soit pour autant impératif. Généralement, l'environnement d'utilisation finale ne provoque pas de défaillance.

Niveau C: Produits électroniques à hautes performances

Comprend tous les matériels pour lesquels un fonctionnement continu ou sur demande est impératif. Aucune période d'arrêt du matériel ne peut être tolérée, il est possible que l'environnement d'utilisation finale soit exceptionnellement difficile et il faut que le matériel fonctionne sur commande, comme c'est le cas pour les systèmes d'aide à la vie et autres systèmes d'urgence.

4.4 Défauts et indicateurs de déviation de processus (PDI)

Le tableau 2 répertorie les défauts inacceptables et nécessitant des dispositions (par exemple, retouches, réparations). Le fabricant est chargé d'identifier d'autres points à risques et de les considérer comme des additions au tableau 2. Il convient de documenter ces points précis sur le schéma de montage. Tout ce qui ne relève pas des défauts inacceptables répertoriés dans le tableau 2, des anomalies et des écarts par rapport aux exigences obligatoires est considéré comme un indicateur de processus et son évolution doit être contrôlée lorsqu'on observe son apparition. La disposition d'indicateurs de processus n'est pas prescrite.

4.5 Exigences relatives au contrôle du processus

La présente spécification prescrit l'utilisation de méthodes de contrôle du processus dans le cadre de la planification, de la mise en oeuvre et de l'évaluation des processus de fabrication utilisés pour produire les ensembles électriques et électroniques montés par brasage. Afin d'établir la relation entre la gestion de processus, la capacité et les prescriptions relatives au produit fini, il est permis d'appliquer la philosophie, les stratégies de mise en oeuvre, les outils et les techniques en séquences différentes en fonction de la société, de l'opération ou de la variable spécifique considérée. A condition que l'utilisateur donne son accord, il est permis au fabricant de ne pas effectuer d'évaluations ni de contrôles spécifiques de respect de la qualité, tels qu'ils sont décrits dans la présente spécification, si on fournit la preuve objective qu'il existe un plan d'amélioration actuel complet et continu (voir 13.2).

4.6 Répercussion des exigences

Les exigences applicables de la présente spécification doivent être imposées par chaque fabricant ou fournisseur à tous les contrats de sous-traitance ou commandes applicables. Le fabricant ou le fournisseur ne doivent imposer ou autoriser aucune variation par rapport à ces exigences sur les contrats de sous-traitance ou sur les commandes autres que celles approuvées par l'utilisateur.

Sauf spécification contraire, les exigences de la présente spécification ne sont pas imposées à la fourniture d'ensembles ou sous-ensembles directement disponibles (sur catalogue) (voir 14.3). Cependant, il n'est pas exclu que le fabricant de ces articles s'y conforme selon les cas.

4.7 Conceptions physiques

Certaines exigences relatives à la conception de la structure et de la disposition sont fournies dans les paragraphes suivants.

Level B: Dedicated service electronic products

Includes communications equipment, sophisticated business machines, and instruments where high performance and extended life is required, and for which uninterrupted service is desired but not mandatory. Typically the end-use environment would not cause failures.

Level C: High performance electronic products

Includes all equipment where continued performance or performance-on-demand is mandatory. Equipment downtime cannot be tolerated, end-use environment may be uncommonly harsh, and the equipment must function when required, such as life support systems and other critical systems.

4.4 Defects and process deviation indicators (PDIs)

Table 2 lists the defects that are unacceptable and require attention (e.g. rework, repair, etc.). The manufacturer is responsible for identifying other areas of risk and treating those additional concerns as additions to table 2. Such items should be documented on the assembly drawing. Other than the unacceptable defects listed in table 2, anomalies and variances from "shall" requirements are considered as process indicators, and shall be monitored when their occurrence is observed. Disposition of process indicators is not required.

4.5 Process control requirements

This specification requires the use of process control methodologies in the planning implementation and evaluation of the manufacturing processes used to produce soldered electrical and electronic assemblies. The philosophy, implementation strategies, tools and techniques may be applied in different sequences depending on the specific company, operation, or variable under consideration, to relate process control and capability to end-product requirements. The manufacturer, subject to agreement by the user, may be exempt from performing specific quality conformance evaluations and inspections, detailed in this specification, provided objective evidence of a comprehensive and current continuous improvement plan is available (see 13.2).

4.6 Requirements flowdown

The applicable requirements of this specification shall be imposed by each manufacturer or supplier on all applicable subcontracts and purchase orders. The manufacturer or supplier shall not impose or allow any variation from these requirements on subcontracts or purchase orders other than those that have been approved by the user.

Unless otherwise specified, the requirements of this specification are not imposed on the procurement of off-the-shelf (catalogue) assemblies or subassemblies (see 14.3). However, the manufacturer of these items may comply as deemed appropriate.

4.7 Physical designs

Some structural and layout design requirements are given in the following subclauses.

4.7.1 Conceptions nouvelles

Il convient que la disposition de la carte imprimée ainsi que la structure mécanique et thermique de l'ensemble électrique/électronique répondent, le cas échéant, à une norme de conception appropriée (par exemple de la CEI 61188-5-1 à la CEI 61188-5-7) ou en fonction de l'approbation de l'utilisateur. Quand un fabricant a la preuve évidente qu'une nouvelle implantation donnera un produit fini de bonne qualité qui répondra aux exigences de la norme, il convient que l'utilisateur et le fabricant s'entendent sur les changements et changent l'implantation en conséquence.

4.7.2 Conceptions existantes

Les exigences de la présente spécification ne doivent pas constituer l'unique raison de transformer une conception actuelle approuvée. Cependant, lorsque des conceptions électroniques ou électriques existantes subissent des modifications ayant des répercussions sur la configuration du matériel, la conception de ce dernier doit être réexaminée et des modifications recevant l'approbation de l'utilisateur doivent être faites pour assurer une conformité pratique maximale. Toute proposition de changement de conception de la part du fabricant doit être approuvée par l'utilisateur; cependant, même lorsque les changements proposés donnent des produits de bonne qualité conformes à cette spécification, l'utilisateur n'est pas dans l'obligation d'accepter les changements proposés.

4.8 Supports visuels

Les dessins et illustrations sont représentés ici afin de faciliter l'interprétation des exigences écrites de la présente spécification. Les exigences écrites sont prioritaires.

4.9 Compétence du personnel

4.9.1 Compétence au niveau de la conception

Le service de conception doit disposer de documents prouvant que l'ensemble du personnel technique a reçu une formation formelle à la conception. La formation doit être donnée sans tenir compte de la responsabilité directe du personnel vis-à-vis de la conception électronique/électrique du produit (voir ISO 9001 et CEI QC 200012).

4.9.2 Compétence au niveau de la fabrication

Avant d'entreprendre le travail, tous les instructeurs, les opérateurs et le personnel de contrôle doivent être compétents au niveau des tâches à réaliser. Une preuve objective de cette compétence doit être conservée et disponible pour réexamen. La preuve objective doit comprendre des rapports de stage de formation aux fonctions applicables réalisées, un essai de conformité avec les exigences de la présente spécification ainsi que les résultats de contrôle de compétence périodiques (voir ISO 9002).

4.10 Décharge électrostatique (ESD)

Le programme de commande ESD doit être conforme à la CEI 61340-5-1 et la CEI 61340-5-2. Les procédures et leurs pièces justificatives, la commande de décharge électrostatique pour la protection des pièces, composants, ensembles et matériels électriques et électroniques sensibles à l'ESD doivent être conservés durant les phases suivantes, sans que cela se limite à ce qui suit:

- a) la réception et l'essai des articles reçus;
- b) le stockage et l'assemblage des cartes, composants et pièces;
- c) la fabrication et la retouche;
- d) le contrôle et les cycles d'essai;
- e) le stockage et l'expédition du produit fini;
- f) le transport et l'installation.

4.7.1 New designs

The printed board layout and mechanical and thermal structure of the electrical/electronic assembly should, where relevant, be based on an appropriate design standard (e.g. IEC 61188-5-1 to IEC 61188-5-7) or as approved by the user. When a manufacturer has objective evidence that a revised layout will produce good end product quality that fulfils the requirements of this standard, the user and manufacturer should agree on the changes, and the layout be modified appropriately.

4.7.2 Existing designs

The requirements of this specification should not constitute the sole cause for redesign of a currently approved design. However, when existing electronic or electrical designs undergo changes that have an impact on hardware configuration, the design of the latter shall be reviewed and user-approved changes made that allow for maximum practical compliance. Any manufacturer-proposed design changes shall be approved by the user; however, even though the proposed changes result in compliance with this specification and the manufacture of quality end products, the user is under no obligation to accept the proposed redesign.

4.8 Visual aids

Line drawings and illustrations are depicted herein to assist in the interpretation of the written requirements of this specification. The written requirements take precedence.

4.9 Proficiency of personnel

4.9.1 Design proficiency

The design facility shall have documentation which demonstrates that formal design training for all technical workforce personnel has been accomplished. Training shall be given irrespective of whether such personnel have direct responsibility for product electronic/electrical design (see ISO 9001 and IEC QC 200012).

4.9.2 Manufacturing proficiency

Prior to commencing work, all instructors, operators and inspection personnel shall be proficient in the tasks to be performed. Objective evidence of that proficiency shall be maintained and be available for review. Objective evidence shall include records of training for the applicable job functions being performed, testing to the requirements of this specification, and results of periodic reviews of proficiency (see ISO 9002).

4.10 Electrostatic discharge (ESD)

The ESD control programme shall be in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2. Documented procedures, electrostatic discharge control for the protection of ESD sensitive electrical and electronic parts, components, assemblies and equipment shall be maintained during, but not limited to:

- a) receipt and test of incoming items;
- b) board, component and parts storage and kitting;
- c) manufacturing and rework;
- d) inspection and test cycles;
- e) storage and shipping of completed product;
- f) transport and installation.

Les procédures d'analyse des défaillances résultant de l'ESD doivent être documentées et être disponibles pour un réexamen par un inspecteur mandaté.

4.11 Installations

La propreté et les environnements ambiants dans toutes zones de travail doivent être maintenus à des niveaux prévenant toute contamination ou détérioration des outils et des matériaux de brasage ainsi que des surfaces à braser. Il doit être interdit de manger, de boire et de consommer du tabac ou des drogues sur le lieu de travail.

4.11.1 Contrôles de l'environnement

Il convient de situer l'installation de brasage dans un espace clos, de contrôler la température et l'humidité et de maintenir une pression positive.

4.11.2 Température et humidité

Quand l'humidité relative diminue pour atteindre 30 % ou moins, le fabricant doit vérifier que le contrôle de décharge électrostatique est adéquat et que le degré d'humidité est suffisant pour conserver les performances du flux et des applications de pâte à braser. Pour assurer le confort de l'opérateur et le maintien de la brasabilité, il est recommandé de maintenir la température entre 18 °C et 30 °C et de ne pas dépasser une humidité relative de 70 %. Pour la gestion de processus, il convient d'évaluer la nécessité d'imposer des limites plus restrictives au niveau de la température et de l'humidité.

4.11.3 Eclairage

L'éclairage du plan de travail des postes de brasage manuel et des postes de contrôle doit être de 1 000 lm/m² au minimum.

4.11.4 Conditions sur le terrain

Pour les opérations sur le terrain, où il n'est pas possible de respecter les conditions d'environnement contrôlé prescrites par la présente spécification, des précautions particulières doivent être prises afin d'optimiser la qualité des connexions et de minimiser les effets de l'environnement non contrôlé pour l'opération réalisée sur le matériel.

4.11.5 Pièces propres

L'assemblage de composants électroniques nécessite éventuellement l'usage de pièces propres pour assurer la conformité avec les exigences relatives à la qualité de fonctionnement de la production finale, figurant dans la présente spécification. Si nécessaire, la classe de la pièce propre doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

4.12 Outils et matériel d'assemblage

Le fabricant est responsable du choix et de l'entretien des outils et du matériel utilisés lors de la préparation et du brasage de composants et/ou de conducteurs. Les outils utilisés doivent être choisis et entretenus de façon que leur utilisation ne provoque aucun dommage. Il convient de veiller à la propreté des outils et du matériel avant leur utilisation, de les maintenir propres et d'éliminer les traces de saleté, de graisse, de flux, d'huile et de tout autre corps étranger au cours de l'utilisation. Les fers à braser, le matériel et les systèmes de brasage doivent être choisis et utilisés de façon à assurer le contrôle de la température et l'isolation contre les surcharges électriques (EOS) et l'ESD (voir 4.10).

Procedures for analysis of failures arising from ESD shall be documented and be available for review by an authorized inspectorate.

4.11 Facilities

Cleanliness and ambient environments in all work areas shall be maintained at levels that prevent contamination or deterioration of soldering tools, materials and surfaces to be soldered. Eating, drinking and use of tobacco products or illegal drugs shall be prohibited in the work area.

4.11.1 Environmental controls

The soldering facility should be enclosed, temperature and humidity controlled, and maintained at a positive pressure.

4.11.2 Temperature and humidity

When relative humidity decreases to a level of 30 % or lower, the manufacturer shall verify that electrostatic discharge control is adequate, and that sufficient moisture is present for flux performance and solder paste applications. For operator comfort and solderability maintenance, the temperature should be maintained between 18 °C and 30 °C and the relative humidity should not exceed 70 %. For process control, the need for more restrictive temperature and humidity limits should be evaluated.

4.11.3 Lighting

Illumination at the working surface of manual soldering and inspection stations shall be 1 000 lm/m² minimum.

4.11.4 Field conditions

In field operations, where the controlled environment conditions required by this specification cannot be achieved effectively, special precautions shall be taken to maximize the quality of solder connections and minimize the effects of the uncontrolled environment on the operation being performed on the hardware.

4.11.5 Clean rooms

The assembly of electronics may necessitate the use of clean rooms to ensure compliance with the end production performance requirements of this specification. If required, the class of clean room shall be agreed upon between user and manufacturer.

4.12 Assembly tools and equipment

The manufacturer is responsible for the selection and maintenance of tools and equipment used in the preparation and soldering of components and/or conductors. Tools used shall be selected and maintained so that no damage results from their use. Tools and equipment should be clean prior to use and be kept clean and free of dirt, grease, flux, oil and other foreign matter during use. Soldering irons, equipment, and systems shall be chosen and employed to provide temperature control and isolation from electrical overstress EOS or ESD (see 4.10).

4.12.1 Contrôle de processus

Si des contrôles de processus adaptés ne sont pas mis en place pour assurer la conformité avec 4.12 et l'annexe A dans sa globalité, les exigences applicables détaillées de l'annexe A doivent s'appliquer obligatoirement. Les outils et le matériel d'assemblage doivent être utilisés conformément à un processus documenté disponible pour un examen par l'utilisateur. Les outils et le matériel d'assemblage doivent indiquer les paramètres du processus tels que cela est décrit dans la documentation du processus.

5 Exigences relatives aux matériaux

Les matériaux utilisés pour les procédés de brasage stipulés dans la présente spécification doivent être conformes à ce qui est spécifié ci-après. Les matériaux et les processus spécifiés n'étant éventuellement pas compatibles avec certaines combinaisons, le fabricant doit être responsable du choix de la combinaison de matériaux et de procédés permettant d'obtenir des produits acceptables.

5.1 Brasure

La composition de brasure Sn60Pb40, Sn62Pb36Ag2 et Sn63Pb37, avec la forme de brasure optionnelle, conforme à l'ISO 9453, doit être utilisée. Il est permis d'utiliser d'autres alliages assurant la durée de vie, la qualité de fonctionnement et la fiabilité prescrites pour le produit si toutes les autres conditions de la présente spécification sont respectées et si l'utilisateur et le fabricant sont d'accord sur ce point; si certains fabricants jugent par exemple que l'utilisation du Sn60Pb38Bi2 permet d'obtenir une surface mate facilitant le contrôle visuel.

5.2 Flux

Le flux doit faire l'objet d'un essai et doit être classé conformément à la CEI 61190-1-1, l'ISO 9454 ou à une norme équivalente, parmi l'un des trois types suivants:

- L = activité faible ou inexistante du flux/résidu de flux;
- M = activité modérée du flux/résidu de flux;
- H = activité importante du flux/résidu de flux.

Le flux de type L ou M doit être utilisé pour le brasage des ensembles. Dans le cas d'applications pour lesquelles le résidu de flux n'est pas enlevé (pas nettoyé), il est recommandé d'utiliser un flux de type L répondant aux exigences de 9.5.8 sans nettoyage (C00) (voir 9.5.2.1 et la CEI 61192-1).

Les flux acides inorganiques et les flux de type H peuvent être utilisés pour l'étamage des bornes, des fils rigides et des composants scellés. Il n'est pas permis d'utiliser les flux acides inorganiques pour le brasage des ensembles. Il est permis d'utiliser les flux de type H pour le brasage des bornes, des fils rigides et des composants scellés s'ils s'intègrent à un système de fluxage, brasage, nettoyage et d'essai de propreté et si les conditions suivantes sont respectées:

- a) l'usage est approuvé par l'utilisateur;
- b) des données démontrant la conformité avec les exigences d'essai de l'annexe B sont disponibles pour réexamen.

Quand le flux de type H est utilisé, le nettoyage est obligatoire.

Lorsqu'un flux liquide est utilisé avec d'autres flux, il doit être chimiquement compatible avec les autres flux et matériaux qui lui seront associés. Le flux d'une soudure à flux incorporé doit être conforme à ce paragraphe. Le pourcentage de flux dans une brasure à flux incorporé est optionnel.

4.12.1 Process control

If suitable process controls are not in place to ensure compliance with 4.12 and the intent of annex A, the relevant detailed requirements of annex A shall be mandatory. Assembly tools and equipment shall be utilized in accordance with a documented process that is available for user review. Assembly tools and equipment shall demonstrate process parameters as described in the process documentation.

5 Materials requirements

Materials used in the soldering processes stipulated in this specification shall be as specified hereinafter. Since the materials and processes specified may be incompatible in some combinations, the manufacturer shall be responsible for selecting the combination of materials and processes that will produce acceptable products.

5.1 Solder

Solder composition Sn60Pb40, Sn62Pb36Ag2 and Sn63Pb37, solder form optional, conforming to ISO 9453 shall be used. Other alloys which provide the service life, performance and reliability required of the product may be used if all other conditions of this specification are met and if agreed upon by user and manufacturer, i.e. some manufacturers have found that the use of Sn60Pb38Bi2 results in a matt surface which aids optical inspection.

5.2 Flux

Flux shall be tested and classified in accordance with IEC 61190-1-1, ISO 9454 or equivalent, into one of the following three types:

L = low or no flux/flux residue activity;

M = moderate flux/flux residue activity;

H = high flux/flux residue activity.

Types L or M flux shall be used for assembly soldering. For applications where the flux residue will not be removed (no-clean), the use of an L flux meeting the requirements of 9.5.8 without cleaning (C00) is recommended (see 9.5.2.1 and IEC 61192-1).

Inorganic acid fluxes and type H fluxes may be used for tinning of terminals, solid wire and sealed components. Inorganic acid fluxes may not be used for assembly soldering. Type H fluxes may be used for soldering of terminals, solid wire and sealed components when performed as part of an integrated fluxing, soldering, cleaning and cleanliness test system and either of the following conditions is met:

- a) usage is approved by the user;
- b) data demonstrating compliance with the testing requirements of annex B is available for review.

When type H flux is used, cleaning is mandatory.

When liquid flux is used in conjunction with other fluxes, it shall be chemically compatible with the other fluxes and materials with which it will be used. The flux of cored solder shall be in accordance with this subclause. The percentage of flux in cored solder is optional.

5.3 Crèmes à braser

Les composants de la crème à braser, de la poudre à braser et du flux doivent respecter les exigences de 5.1 et 5.2 et il est recommandé de les évaluer conformément à l'ISO 12226-1 ou à la CEI 61190-1-2 afin de satisfaire aux exigences relatives au processus d'assemblage (voir annexe D).

5.4 Préformes de brasage

Les préformes de brasage doivent respecter toutes les exigences applicables de 5.1 et 5.2.

5.5 Adhésifs

Les matériaux adhésifs, isolants électriques, utilisés pour fixer les composants montés en surface, doivent respecter les exigences de la CEI 61190-1-5. Les matériaux adhésifs utilisés pour la fixation des autres composants doivent être appropriés à l'utilisation et compatibles avec l'assemblage.

5.6 Agents nettoyants

Les agents nettoyants utilisés pour enlever les traces de graisse, d'huile, de cire, de saleté, de flux et autres débris doivent être choisis pour leur aptitude à éliminer le résidu de flux ainsi que d'autres résidus et contaminants présents sous forme de particules. Ces agents ne doivent pas dégrader les matériaux ou les pièces nettoyés et doivent permettre à l'ensemble de répondre aux exigences de 9.5 relatives au nettoyage.

5.6.1 Choix des agents nettoyants

Les agents nettoyants et les mélanges d'agents nettoyants doivent se conformer à toutes les spécifications et références appropriées. Il est permis d'utiliser des mélanges d'agents nettoyants à condition qu'ils soient convenablement stabilisés et inhibés.

L'utilisation de solvants progressivement éliminés par des accords internationaux, tels que le 1,1,1-trichloroéthane (chloroforme de méthyle ou MCF) et les chlorofluorocarbones (CFC) qui peuvent être interdits par certaines lois et réglementations locales ou régionales doit être évitée. L'utilisation d'autres solvants (alcools, terpènes, par exemple) doit respecter les réglementations applicables en matière de santé, de sécurité et les autres réglementations relatives à l'environnement.

5.7 Revêtements en polymères

Les exigences détaillées concernant les matériaux en polymères sont définies dans les paragraphes suivants.

5.7.1 Épargnes de brasure et masques localisés

Lorsqu'ils sont utilisés, les revêtements d'épargne de brasure à base de polymères doivent respecter la CEI 61249-8-5, type A ou B, niveau C. Les revêtements d'épargne de brasure en polymères et les masques temporaires, conformes à la CEI 61249-8-8, doivent également être réalisés dans un matériau qui:

- a) ne réduit pas la brasabilité et ne dégrade ni le substrat ni le câblage imprimé;
- b) limite la vague de brasage à la zone masquée;
- c) est compatible, s'il reste en place, avec le matériau de base de la carte imprimée, le matériau conducteur, les flux prévus, l'adhésif et les revêtements enrobants appliqués par la suite;
- d) peut s'il est temporaire, être facilement éliminé sans qu'il n'en résulte de contamination résiduelle préjudiciable à l'intégrité du revêtement enrobant de la carte imprimée ou de l'ensemble.

5.3 Solder paste

Solder paste, solder powder and flux constituents shall meet the requirements of 5.1 and 5.2 and should be evaluated in accordance with ISO 12226-1 or IEC 61190-1-2 to meet the assembly process requirements (see annex D).

5.4 Preform solder

Preform solder shall meet all applicable requirements in 5.1 and 5.2.

5.5 Adhesives

Electrically non-conductive adhesive materials used for attachment of surface mounted components shall meet the requirements of IEC 61190-1-5. Adhesive materials used for attachment of other than surface mounted components shall be suitable for the application and compatible with the assembly.

5.6 Cleaning agents

Cleaning agents used for the removal of grease, oil, wax, dirt, flux and other debris shall be selected for their ability to remove flux residue, other residues and particulate contaminants. The agents shall not degrade the materials or the parts being cleaned and shall permit the assembly to meet the cleaning requirements of 9.5.

5.6.1 Cleaning agents selection

Cleaning agents and mixtures of cleaning agents shall conform to all appropriate specifications and references. Mixtures of cleaning agents may be used provided they are suitably stabilized or inhibited.

Use of solvents being phased out by international agreements such as 1,1,1-trichloroethane (methyl chloroform or MCF) and chlorofluorocarbons (CFCs) shall be avoided and can be prohibited by some local or regional laws and regulations. Use of other solvents (e.g. alcohols, terpenes) shall comply with applicable health, safety and other environmental regulations.

5.7 Polymeric coatings

The detailed requirements for polymeric materials are defined in the following subclauses.

5.7.1 Solder resists and localized maskants

When used, polymer solder resist coatings shall conform to IEC 61249-8-5, types A or B, level C. Polymer solder resist coatings and temporary maskants in accordance with IEC 61249-8-8 shall also be of a material that:

- a) does not degrade solderability or the substrate material or printed wiring;
- b) precludes solder flow to the masked area;
- c) is compatible, if left in place, with printed board base material, conductive material, the intended fluxes, adhesive and subsequently applied conformal coatings;
- d) can, if temporary, be readily removed without post-removal residual contamination harmful to the integrity of the printed board conformal coating, or assembly.

5.7.2 Revêtement enrobant et encapsulants

Les exigences relatives au revêtement enrobant pour les ensembles, y compris le type de revêtement (c'est-à-dire le matériau) doivent se conformer au dessin d'assemblage approuvé. S'il est utilisé, le revêtement enrobant doit respecter la CEI 61249-8-1, la CEI 61249-8-2, la CEI 61249-8-3, la CEI 61249-8-4, ou la CEI 61249-8-6. Le revêtement de bord est optionnel, sauf si une spécification contraire figure sur le dessin d'assemblage. Les encapsulants doivent être appropriés à l'application et doivent être compatibles avec l'ensemble.

5.7.3 Ecarteurs (permanents et temporaires)

Les matériaux utilisés comme écarteurs mécaniques doivent résister aux processus de brasage et il est recommandé qu'il permettent le contrôle des joints de brasure (voir 13.1.2.2). L'emplacement, la configuration et le matériau doivent être spécifiés dans la documentation appropriée.

5.8 Dénudeurs chimiques

Les solutions chimiques, pâtes et crèmes utilisées pour dénuder des fils rigides ne doivent pas endommager le fil. De plus, les fils doivent être neutralisés et débarrassés des contaminants conformément aux instructions préconisées par le fournisseur, et doivent être brasables conformément à 6.2.

5.9 Dispositifs de brasage rétractables à la chaleur

Les dispositifs de brasage rétractables à la chaleur doivent être auto-obturants et doivent encapsuler la connexion de brasure. Les sorties de blindage tressées doivent être conformes aux instructions de travail détaillées du fabricant élaborées pour refléter les exigences documentées sur un dessin d'assemblage approuvé. Ces dispositifs auto-obturants ne sont pas soumis aux exigences relatives au nettoyage de 9.3.

6 Exigences relatives aux composants et cartes imprimées

Les composants électroniques/mécaniques et les cartes imprimées doivent se conformer aux exigences du document fournisseur; il incombe au fabricant de l'ensemble d'assurer la conformité. Les composants et cartes imprimées choisis pour l'assemblage doivent être compatibles avec tous les matériaux et processus utilisés pour fabriquer l'ensemble.

NOTE – Pour de plus amples informations, consulter les normes CEI 62326-1 à CEI 62326-9.

6.1 Brasabilité

Le fournisseur doit être responsable de la brasabilité des pièces, qui doit respecter les exigences spécifiées et approuvées par le fabricant. Les composants électroniques/mécaniques et les fils doivent respecter les exigences relatives à la brasabilité s'ils sont soumis à des essais conformément à la CEI 61189-4 ou à une norme équivalente; les cartes imprimées doivent respecter les exigences si elles sont soumises à des essais conformément à la CEI 61189-3 ou à une norme équivalente.

Avant d'accepter de stocker ou d'utiliser les pièces, le fabricant doit s'assurer que les pièces à braser ont fait l'objet d'essais de brasabilité conformément à un plan d'échantillonnage et il doit assurer la conformité avec les exigences de la spécification applicable relative à la brasabilité. Il convient que l'utilisateur précise la spécification prescrite, relative à la brasabilité. Les conditions de stockage doivent se conformer à la classe 1K2 de la CEI 60721-3-1 et de la CEI 61760-2.

5.7.2 Conformal coating and encapsulants

Conformal coating requirements for assemblies, including the type of coating (i.e. the material), shall be as specified on the approved assembly drawing. When used, conformal coating shall conform to either IEC 61249-8-1, IEC 61249-8-2, IEC 61249-8-3, IEC 61249-8-4 or IEC 61249-8-6. Edge coating is optional unless otherwise specified on the assembly drawing. Encapsulants shall be suitable for the application and shall be compatible with the assembly.

5.7.3 Spacers (permanent and temporary)

Materials used as mechanical stand-offs shall withstand soldering processes and should permit inspection of the solder joints (see 13.1.2.2). Location, configuration and material shall be specified in the appropriate documentation.

5.8 Chemical strippers

Chemical solutions, pastes and creams used to strip solid wires shall not cause degradation to the wire. In addition, wires shall be neutralized and cleaned of contaminants in accordance with suppliers' recommended instructions, and shall be solderable in accordance with 6.2.

5.9 Heat shrinkable soldering devices

Heat shrinkable soldering devices shall be self-sealing and shall encapsulate the solder connection. Braided shield terminations shall be in accordance with detailed manufacturers' work instructions that have been prepared to reflect the requirements documented on an approved assembly drawing. These self-sealing devices are exempt from the cleaning requirements of 9.3.

6 Components and printed board requirements

Electronic/mechanical components and printed boards shall conform to the requirements of the procurement document; ensuring conformance shall be the responsibility of the assembly manufacturer. Components and printed boards selected for assembly shall be compatible with all materials and processes used to manufacture the assembly.

NOTE – For further information, see IEC 62326-1 to IEC 62326-9.

6.1 Solderability

Solderability of parts shall be the responsibility of the supplier and shall meet the requirements specified and agreed to by the manufacturer. Electronic/mechanical components and wires shall meet solderability requirements when tested in accordance with IEC 61189-4 or equivalent; printed boards shall meet the requirements when tested in accordance with IEC 61189-3 or equivalent.

Prior to acceptance of parts for storage or use, the manufacturer shall ensure that the parts to be soldered have been solderability tested in accordance with a sampling plan, and conform to the requirements of the applicable solderability specification. The user should specify the required solderability specification. Storage conditions shall comply with class 1K2 of IEC 60721-3-1 and IEC 61760-2.

6.1.1 Reconditionnement

Lorsque l'étamage et le contrôle sont réalisés au cours du processus d'assemblage, cette opération d'étamage est susceptible de remplacer l'essai de brasabilité (voir 6.2).

6.1.2 Essai de brasabilité des circuits sur substrats céramique

Les éléments métalliques des circuits sur substrats céramique doivent subir un essai de brasabilité, comme le spécifie la CEI 61189-3 ou en appliquant une méthode équivalente.

6.2 Maintien de la brasabilité

Le fabricant doit assurer que tous les composants, sorties, fils, terminaisons et cartes imprimées répondant aux exigences de 6.1 sont brasables au début des opérations de brasage manuelles et/ou à la machine. Le fabricant doit établir des procédures permettant de minimiser la dégradation de la brasabilité.

6.2.1 Préconditionnement

Le préconditionnement des sorties et des bornes des composants (par exemple l'immersion dans la brasure chauffée) est admis afin d'assurer le maintien de la brasabilité.

6.2.2 Effritement de la dorure dans les joints soudés

Afin de minimiser l'impact de l'effritement de la soudure des parties dorées (par exemple les terminaisons de composants, les plages d'accueil des circuits imprimés), le volume total d'or dans un joint ne doit pas excéder 1,4 % du volume (soit 3 % en masse) de la brasure constituant le joint.

6.2.2.1 Composants dorés ou à terminaisons dorées

Le fabricant doit prouver la conformité avec l'exigence relative à l'étamage, c'est-à-dire

- a) que toutes les sorties ou bornes dorées ont été préétamées ou que l'or a été enlevé des surfaces à souder et/ou
- b) que la quantité d'or résiduel avant la brasure ne provoquera pas le dépassement des limites fixées en 6.2.2.

6.2.2.2 Etamage des sorties/terminaisons

L'étamage des sorties/terminaisons ne doit pas détériorer le composant. Il convient qu'un double processus d'étamage ou une vague de brasage dynamique soit utilisé pour enlever la dorure de manière efficace.

Il est permis de supprimer le processus d'enlèvement de la dorure pour les composants pour montage par trous traversants destinés à être fixés grâce à des processus de brasage par immersion, de brasage à la vague, au jet ou à la traîne, à condition que les exigences suivantes soient respectées:

- a) l'épaisseur de la dorure est suffisante pour satisfaire aux exigences de brasabilité de 6.1;
- b) le temps, la température et le volume de brasure sont suffisants, au cours du processus de brasage, pour respecter les exigences de 6.2.2.

NOTE – Généralement, pour les plages d'accueil des cartes imprimées non dorées, la dorure ne s'effrite pas quand son épaisseur sur une terminaison traversante est égale ou inférieure à 2,5 μm et la température du bain de brasage supérieure à 240 °C.

6.2.2.3 Dorure sur une plage d'accueil de la carte imprimée

Le volume d'or déposé sur n'importe quel site de la carte imprimée prévu pour le brasage d'un composant ou d'une terminaison ne doit pas être la cause du non-respect des exigences de 6.2.2.

NOTE – Afin de respecter les limites de 6.2.2, il convient que l'épaisseur de la dorure n'excède pas 0,15 μm .

6.1.1 Reconditioning

When tinning and inspection is performed as part of the assembly process, that tinning operation can be used in lieu of solderability testing (see 6.2).

6.1.2 Solderability testing of ceramic boards

Metallic elements of ceramic printed boards shall be tested for solderability as specified in IEC 61189-3, or by using an equivalent method.

6.2 Solderability maintenance

The manufacturer shall ensure that all components, leads, wiring, terminals, and printed boards which have met the requirements of 6.1 are solderable at the start of hand and/or machine soldering operations. The manufacturer shall establish procedures to minimize solderability degradation.

6.2.1 Preconditioning

Component leads, terminations, and terminals may be preconditioned (e.g. hot solder dipped) to provide solderability maintenance.

6.2.2 Gold embrittlement of solder joints

To minimize the impact of embrittlement of solder from gold-plated items (e.g. component leads, printed board lands), the total volume of gold in any solder joint shall not exceed 1,4 % of the volume (i.e., 3 % by weight) of solder present.

6.2.2.1 Gold on component and piecepart leads terminations

The manufacturer shall demonstrate compliance with the presoldering requirement:

- a) all gold-plated leads/terminations and terminals have either been pre-tinned or that the gold has been otherwise removed from surfaces to be soldered and/or
- b) the quantity of any residual gold present prior to soldering will not cause the limits given in 6.2.2 to be exceeded.

6.2.2.2 Tinning of leads/terminations

Tinning of leads/terminations shall not adversely affect the components. A double-tinning process or dynamic solder wave should be used for effective gold removal.

The gold removal process may be eliminated for through-hole components to be soldered using dip, wave, jet or drag soldering processes provided that:

- a) sufficient gold thickness exists to meet the solderability requirements in 6.1;
- b) sufficient time, temperature and solder volume exist during the soldering process to enable the requirements of 6.2.2 to be met.

NOTE – For printed board lands that are not gold-plated, typically gold embrittlement does not occur when the gold thickness on a through-hole lead is 2,5 µm or less, and the solder bath temperature exceeds 240 °C.

6.2.2.3 Gold on printed board lands

The volume of gold deposited on any printed board land intended for soldering components or terminals shall not cause the limits given in 6.2.2 to be violated.

NOTE – To meet the limits of 6.2.2, gold flash plating thickness should not exceed 0,15 µm.

6.2.3 Etamage des pièces non brasables

Les sorties de composants et les cartes imprimées ne répondant pas aux exigences de brasabilité désignées doivent être retouchées par le biais d'un étamage par immersion dans la brasure chauffée ou de toute autre méthode adaptée avant le brasage. Les pièces retouchées doivent respecter les exigences de 6.1, hormis le vieillissement à la vapeur. Les zones de câbles étamées ne doivent pas dissimuler le ou les brins de câble sous la brasure. L'effet de mèche de la brasure sous l'isolation du fil doit être minimisé. Le cas échéant, des dissipateurs thermiques doivent être appliqués sur les sorties des pièces sensibles à la chaleur au cours de l'opération d'étamage.

6.3 Maintien de la pureté de la brasure

La brasure utilisée pour préconditionner l'enlèvement de la dorure, étamer les pièces et pour le brasage à la machine doit être analysée, remplacée ou complétée selon une fréquence permettant de respecter les limites spécifiées dans le tableau 1. Il convient de déterminer la fréquence d'analyse sur la base de données historiques ou d'analyses mensuelles. Si la contamination dépasse les limites comprises dans le tableau 1 pour les analyses, l'intervalle de remplacement ou de remplissage doit être réduit. Les rapports comprenant les résultats de toutes les analyses et de l'utilisation du bain de brasage (par exemple la durée totale d'utilisation, la quantité prescrite de brasure de remplacement, la surface traitée) doivent être conservés pour chaque système de processus (voir 4.1.2).

**Tableau 1 – Limites de contamination de la brasure ^{a)};
limite maximale de contamination (pourcentage en masse) ^{b)}**

Contaminant	Brasure pour le préconditionnement (étamage du fil de la sortie)	Brasure pour l'assemblage (pot, vague, etc.)
Cuivre	0,750 ^{e)}	0,300
Or	0,500	0,200
Cadmium	0,010	0,005
Zinc	0,008	0,005
Aluminium	0,008	0,006
Antimoine	0,500	0,500
Fer	0,020	0,020
Arsenic	0,030	0,030
Bismuth ^{d)}	0,250	0,250
Argent ^{c)}	0,750	0,100
Nickel	0,020	0,010
Palladium	0,004	0,004

^{a)} La teneur en étain du bain de brasage doit varier entre $\pm 1,5$ % de la valeur nominale pour la brasure spécifiée et essayée à la même fréquence que pour les contaminants de cuivre et or. L'équilibre du bain doit être réalisé avec du plomb ou l'un des éléments listés ci-dessus..

^{b)} La quantité totale de contaminants de cuivre, or, cadmium, zinc et aluminium ne doit pas dépasser 0,4 % pour le brasage d'ensemble.

^{c)} Non applicable pour Sn62Pb36Ag2; limites comprises entre 1,75 % et 2,25 %.

^{d)} Non applicable pour les processus utilisant le Sn60Pb38Bi2 (alliage 19/ISO 9453) pour la fixation.

^{e)} Pour l'étamage des composants à faible pas de sortie, il convient que le pourcentage de cuivre ne dépasse pas 0,300 %.

6.2.3 Tinning of non-solderable parts

Component leads, terminations and printed boards not meeting the designated solderability requirements shall be reworked by hot solder dip tinning or other suitable methods prior to soldering. The reworked parts shall conform to the requirements of 6.1, less steam ageing. Tinned areas of wires shall not conceal the wire strand(s) with solder. Wicking of solder under wire insulation shall be minimized. When required, heat sinks shall be applied to leads of heat-sensitive parts during the tinning operation.

6.3 Solder purity maintenance

Solder used for preconditioning gold removal, tinning of parts, and machine soldering shall be analyzed, replaced or replenished at a frequency to ensure compliance with the limits specified in table 1. The frequency of analysis should be determined on the basis of historical data or monthly analyses. If contamination exceeds the limits of table 1, intervals between the analyses, replacement or replenishment shall be shortened. Records containing the results of all analyses and solder bath usage (e.g. total time in use, amount of replacement solder required, or area throughput) shall be maintained for each process system (see 4.1.2).

**Table 1 – Solder contamination limits ^{a)}
maximum contaminant limit (percentage by weight) ^{b)}**

Contaminant	Preconditioning (lead/wire tinning)	Assembly soldering (pot, wave, etc.)
Copper	0,750 ^{e)}	0,300
Gold	0,500	0,200
Cadmium	0,010	0,005
Zinc	0,008	0,005
Aluminum	0,008	0,006
Antimony	0,500	0,500
Iron	0,020	0,020
Arsenic	0,030	0,030
Bismuth ^{d)}	0,250	0,250
Silver ^{c)}	0,750	0,100
Nickel	0,020	0,010
Palladium	0,004	0,004

^{a)} The tin content of the solder bath shall be within $\pm 1,5$ % of nominal for the solder specified and tested at the same frequency as tested for copper/gold contamination. The balance of bath shall be lead or the items listed above.

^{b)} The total of copper, gold, cadmium, zinc and aluminum contaminants shall not exceed 0,4 % for assembly soldering.

^{c)} Not applicable for Sn62Pb36Ag2; limits to be 1,75 % to 2,25 %.

^{d)} Not applicable for processes using Sn60Pb38Bi2 (alloy 19/ISO 9453) for attachment.

^{e)} When tinning fine-pitch leaded devices, the copper ratio should not exceed 0,300 %.

6.4 Préparation des sorties

Les exigences détaillées relatives à la formation et la préparation des sorties sont décrites dans les paragraphes suivants.

6.4.1 Formation des sorties

Le processus de formation des sorties ne doit pas endommager les connexions internes des composants. De plus, les corps des composants, les sorties et les joints des sorties ne doivent subir aucune dégradation en dessous des exigences de la spécification relative aux composants de base.

6.4.2 Limites de formation des sorties

Que les sorties soient formées manuellement ou en utilisant une machine ou une matrice, les composants ne doivent pas être montés si la sortie de composant présente des entailles ou une déformation non désirées au niveau des zones transversales dépassant 10 % de la sortie.

L'exposition du métal de l'âme est acceptable si le défaut n'affecte pas plus de 5 % de la surface de la zone à braser de la sortie. Le métal de base exposé dans la zone formée de la sortie doit être considéré comme un indicateur de processus.

7 Exigences relatives au processus d'assemblage

Les paragraphes suivants traitent des exigences relatives au montage des bornes, des composants mécaniques et électroniques et des fils sur les cartes imprimées ainsi que d'autres structures d'assemblage et d'interconnexion (P&IS). Sur les ensembles faisant appel à des techniques mixtes de montage de composants, il est recommandé de monter les composants à trous traversants sur un côté de la carte imprimée. Il est permis de monter les composants montés en surface sur l'un ou l'autre côté de l'ensemble ou sur les deux côtés à la fois.

Quand les restrictions au niveau de la conception imposent l'utilisation de composants ne supportant pas les températures de brasage liées à un processus particulier, il faut que le montage et le brasage de ces composants sur l'ensemble fasse l'objet d'une opération distincte. Lors d'une séquence d'assemblage où certains composants sont montés et brasés et où un montage et un brasage supplémentaires sont effectués, les dispositions appropriées doivent être prises pour nettoyer les résidus de flux. Le cas échéant, les ensembles doivent être nettoyés après chaque opération de brasage de façon que les opérations ultérieures de placement et de brasage ne soient pas perturbées du fait de la contamination (voir l'article 9).

7.1 Propreté

La propreté des bornes, des sorties des composants, des conducteurs et des surfaces de câblage imprimées doit être suffisante pour assurer la brasabilité et la compatibilité avec les processus ultérieurs. Le nettoyage ne doit pas endommager les composants, les sorties des composants, les conducteurs ou les marquages.

7.2 Marquages des pièces et désignations de référence

Les marquages des pièces et les désignations de référence doivent être lisibles et les composants doivent être montés de telle façon que les marquages soient visibles.

6.4 Lead preparation

The detailed requirements for lead forming and preparation are described in the following subclauses.

6.4.1 Lead forming

The lead forming process shall not damage connections internal to components. In addition, component bodies, leads and lead seals shall not be degraded below the basic component specification requirements.

6.4.2 Lead forming limits

Whether leads are formed manually or by machine or die, components shall not be mounted if the component lead has unwanted nicks or deformation in cross-sectional areas exceeding 10 % of the lead.

Exposed core metal is acceptable if the defect does not affect more than 5 % of the solderable surface area of the lead. Occurrence of exposed basis metal in the formed area of the lead shall be treated as a process indicator.

7 Assembly process requirements

The following subclauses deal with the requirements for the mounting of terminals, mechanical and electronic components, and wires to printed boards or other packaging and interconnecting structures (P&IS). On assemblies using mixed component mounting technology, through-hole components should be mounted on one side of the printed board. Surface mounted components may be mounted on either or both sides of the assembly.

When design restrictions mandate mounting components incapable of withstanding soldering temperatures incident to a particular process, such components must be mounted and soldered to the assembly as a separate operation. In an assembly sequence where certain components are mounted and soldered followed by additional mounting and soldering, the appropriate steps shall be taken regarding cleaning of flux residues. If applicable, assemblies shall be cleaned after each soldering operation so that subsequent placement and soldering operations are not impaired by contamination (see clause 9).

7.1 Cleanliness

The cleanliness of terminals, component leads, conductors, and printed wiring surfaces shall be sufficient to ensure solderability and compatibility with subsequent processes. Cleaning shall not damage the components, component leads, conductors or markings.

7.2 Part markings and reference designations

Part markings and reference designations shall be legible and components shall be mounted in such a manner that markings are visible.

7.3 Contours des connexions de brasure

Les conceptions utilisant des contours de connexion de brasure spéciaux pour compenser les désadaptations dues au coefficient de dilatation thermique (CTE) doivent être identifiées sur le dessin d'assemblage approuvé. La technique de montage doit pouvoir être appliquée avec une connexion de brasure répondant aux exigences de 10.2.

7.4 Pièges d'humidité

Dans la limite des contraintes imposées par le composant et par la conception de la pièce, les pièces et composants doivent être montés afin de prévenir la formation de pièges d'humidité.

7.5 Dissipation thermique

Lorsqu'une dissipation de chaleur est prescrite par l'assemblage, les exigences relatives à la compatibilité des matériaux de l'article 5 doivent être suivies.

8 Exigences relatives au brasage d'un ensemble

Les exigences détaillées relatives aux processus de brasage manuels ou automatisés sont définies dans les paragraphes suivants.

8.1 Généralités

Les processus de brasage, tels qu'ils sont spécifiés ici, ne doivent provoquer aucun endommagement des composants ou des ensembles.

8.1.1 Entretien de la machine

Les machines utilisées dans le cadre du processus de brasage doivent être entretenues de manière à assurer une puissance et une efficacité correspondant aux paramètres de conception établis par le fabricant de l'équipement original.

Les procédures et les calendriers de maintenance doivent être documentés afin de permettre de reproduire le processus.

8.1.2 Manipulation des pièces

Les pièces doivent être manipulées de manière à éviter l'endommagement des sorties et les opérations ultérieures de redressement des sorties. Une fois que les pièces sont montées sur les cartes imprimées, l'ensemble, avant le brasage, doit être manipulé, transporté (manuellement ou par l'intermédiaire d'un transporteur) et traité de manière à prévenir tout mouvement susceptible d'affecter la formation de connexions de brasure acceptables. Après la réalisation des opérations de brasage, l'ensemble doit être suffisamment refroidi pour que la brasure se solidifie avant d'autres manipulations afin d'éviter la fissuration à chaud de la soudure.

8.1.3 Préchauffage

Il convient de préchauffer les ensembles pour diminuer la présence de solvants volatils avant le brasage, pour réduire les différences de température sur les cartes, pour réduire le choc thermique pour les cartes et composants, pour améliorer l'écoulement de la vague de brasage et réduire la durée de passage dans la brasure en fusion. L'exposition à la température de préchauffage ne doit provoquer aucune dégradation des cartes imprimées, des composants ou des performances de brasage.

7.3 Solder connection contours

Designs that utilize special solder connection contours as a part of a coefficient of thermal expansion (CTE) mismatch compensation system shall be identified on the approved assembly drawing. The mounting technique shall be capable of performing with a solder connection that meets the requirements of 10.2.

7.4 Moisture traps

Within the constraints imposed by component and part design, parts and components shall be mounted to preclude the formation of moisture traps.

7.5 Thermal dissipation

When heat dissipation is required by the assembly, the material compatibility requirements of clause 5 shall be followed.

8 Assembly soldering requirements

The detailed requirements for manual and machine soldering processes are defined in the following subclauses.

8.1 General

Soldering processes, as specified herein, shall not result in damage to the components or assemblies.

8.1.1 Machine maintenance

Machines used in the soldering process shall be maintained to assure capability and efficiency commensurate with design parameters established by the original equipment manufacturer.

Maintenance procedures and schedules shall be documented in order to provide reproducible processing.

8.1.2 Handling of parts

Parts shall be handled in a manner to preclude damage to terminations and to avoid the need for subsequent lead straightening operations. Once parts are mounted on printed boards, the assembly prior to soldering shall be handled, transported (e.g. by hand or conveyor) and processed in a manner to preclude movement which would affect detrimentally formation of acceptable solder connections. After soldering operations have been performed, the assembly shall be sufficiently cooled so that the solder is solidified prior to further handling to prevent hot cracking of the solder.

8.1.3 Preheating

Assemblies should be preheated to minimize the presence of volatile solvents prior to soldering, to reduce the temperature differences across the board, to reduce thermal shock to boards and components, to improve solder flow, and to reduce the molten solder dwell time. The preheat temperature exposure shall not degrade printed boards, components, or soldering performance.

8.1.4 Supports

Les matériaux, la conception et la configuration des supports utilisés pour le transport des cartes imprimées tout au long de la chaîne d'assemblage ne doivent provoquer aucune diminution de la brasabilité, aucune dégradation de la carte, de la pièce ou du composant, ou aucun dommage électrostatique (ESD) sur les composants.

8.1.5 Maintien en position basse des sorties de montage en surface

Les sorties courtes, rigides ou épaisses de dispositifs montés en surface ne doivent pas être maintenues en position basse sous la contrainte (par des sondes, par exemple) durant la solidification de telle manière que la fiabilité soit réduite par les contraintes initiales en résultant. Il est recommandé que le système de refusion par résistance (par exemple électrodes parallèles, électrode courte, transfert thermique) ne fasse pas dévier les sorties de plus de deux fois l'épaisseur de la sortie. Pour les sorties courtes ou épaisses, il convient que la déviation soit inférieure à deux fois l'épaisseur de la sortie.

NOTE – Les essais ont montré qu'une contrainte initiale supérieure à 1,4 N/mm² dégrade la fiabilité globale de la connexion de brasure au fil du temps.

8.1.6 Application de chaleur

Les éléments à braser doivent être chauffés suffisamment pour permettre une fusion totale de la brasure et le mouillage sur la surface brasée.

8.1.7 Refroidissement

La connexion ne doit jamais subir de mouvement ou contrainte préjudiciable au cours de la solidification de la brasure. Il est permis d'utiliser le refroidissement contrôlé avec des processus documentés.

8.2 Brasage par refusion

Les exigences détaillées relatives aux opérations de brasage par refusion sont définies dans les paragraphes suivants. Parmi les méthodes de refusion de brasure utilisées pour la fixation des dispositifs montés en surface, on utilise entre autres l'infrarouge, la phase vapeur, la convection (air/gaz chaud), le laser, la thermode (barre chaude) ou la conduction. Il convient qu'elles présentent les caractéristiques suivantes:

- capacité d'appliquer un préchauffage contrôlé aux ensembles de câblage imprimés;
- capacité thermique d'augmenter et de maintenir les températures de brasage pour des valeurs de masses thermiques de composants et des tailles de joints de brasure comprises entre ± 5 °C de leur profil de température, tout au long de la production de brasage continu prescrit;
- possibilité, en respectant les contraintes imposées par les exigences de limitations des chocs thermiques, de chauffer rapidement les surfaces à joindre et de les refroidir ensuite;
- minimisation des effets de masquage et de couleur sur les taux de chauffage des composants individuels.

8.2.1 Déroulement du processus pour le brasage par refusion

Les fabricants doivent établir et entretenir un processus de brasage par refusion reproductible dans les limites définies pour l'équipement dudit processus. Une instruction relative à un processus de brasage par refusion doit également être créée et maintenue. Le fabricant doit réaliser les opérations de brasage par refusion conformément à l'instruction relative à ce processus. Le processus doit inclure au minimum un ensemble de valeurs de temps/température reproductible comprenant l'opération de séchage/dégazage (si nécessaire), l'opération de préchauffage (si nécessaire), l'opération de refusion de la brasure ainsi qu'une opération de refroidissement. Il est permis d'intégrer ces étapes dans un système global ou en série ou de les réaliser par le biais d'une série d'opérations distinctes. Si le profil temps/température est ajusté pour différents assemblages de cartes imprimées ou d'autres variations d'assemblage, le réglage à utiliser doit être documenté.

8.1.4 Carriers

Carriers used for the transport of printed boards through the assembly line shall be of such material, design, and configuration that they will not impair solderability or cause board, part or component degradation or electrostatic damage (ESD) to components.

8.1.5 Hold down of surface mount leads

Short, stiff or thick surface mounted device leads shall not be held down under stress (e.g. by probes) during solder solidification so that the resulting initial stresses decrease reliability. The resistance reflow system (e.g. parallel gap, shorted bar, thermal transfer) should not deflect the leads more than two times the lead thickness. For short or thick leads, the deflection should be less than two times the lead thickness.

NOTE – Testing has shown that an initial stress of over 1,4 N/mm² degrades the overall reliability of the solder connection over time.

8.1.6 Heat application

The elements to be soldered shall be sufficiently heated to cause complete melting of the solder and wetting of the surface being soldered.

8.1.7 Cooling

The connection shall not be subjected to detrimental movement or detrimental stress at any time during the solidification of the solder. Controlled cooling may be used with documented processes.

8.2 Reflow soldering

The detailed requirements for reflow soldering operations are defined in the following subclauses. Methods for reflowing solder for attachment of surface mounted devices include, but are not limited to infrared, vapour phase, convection (hot air/gas), laser, thermode (hot bar) or conduction. These should provide:

- a) the capability to apply controlled pre-heat to printed wiring assemblies;
- b) the thermal capacity to raise and maintain the soldering temperatures for the range of component thermal masses and solder joint sizes to within ± 5 °C of their selected temperature profile, throughout the span of the required continuous soldering production run;
- c) within the constraints of thermal shock limitation requirements, to heat rapidly the surfaces to be joined and to cool them thereafter;
- d) to minimize the effects of shadowing and colour on individual component heating rates.

8.2.1 Process development for reflow soldering

Manufacturers shall establish and maintain a reflow soldering process that is repeatable within limits defined for the process equipment. A reflow soldering process instruction shall also be developed and maintained. The manufacturer shall perform the reflow soldering operations in accordance with this process instruction. The process shall include, as a minimum, a reproducible time/temperature envelope including the drying/degassing operation (when required), preheating operation (when required), solder reflow operation, and a cooling operation. These steps may be part of an integral or in-line system or may be accomplished by a series of separate operations. If the temperature-time profile is adjusted for a different printed wiring assembly, or another assembly variation, the setting to be used shall be documented.

8.2.2 Application du flux

Le flux, s'il est utilisé, doit être appliqué avant la formation par brasure de la connexion finale. Il est permis d'utiliser le flux comme élément constitutif de la crème à braser ou de la préforme de brasure. Il est permis d'utiliser tout flux répondant aux exigences de 5.2 à condition que:

- a) le flux ou la combinaison de flux n'endommage pas les pièces;
- b) les processus ultérieurs de nettoyage (si nécessaire) soient suffisants pour respecter les exigences de propreté de l'article 9 et ne soient pas préjudiciables au produit.

8.2.3 Application de brasure

On doit appliquer sur les composants ou les cartes ou sur les deux assez de brasure pour assurer la présence, au cours de la refusion, d'une quantité suffisante pour répondre aux exigences de fabrication en fin de processus.

8.2.3.1 Application de la crème à braser

Les méthodes d'application de la crème à braser sur les plages d'accueil pour composants montés en surface comprennent entre autres le pochoir gravé, l'écran de sérigraphie, la diffusion à la seringue ou le transfert par aiguille. La crème à braser doit être manipulée selon la recommandation du fournisseur du matériau afin de garantir un bon résultat. Il convient d'éviter de réutiliser ou de mélanger de la crème fraîche avec une crème à braser exposée pendant des périodes de temps excessives (par exemple 1 h à 24 h, en fonction du matériau).

8.2.3.2 Dépôt de brasure solide (SSD)

Les plages d'accueil pour composants montés en surface peuvent être revêtues d'une quantité définie de brasure au cours du processus de fabrication de cartes imprimées.

Différentes méthodes d'application de brasure sont permises, par exemple:

- a) le plaquage de Sn-Pb;
- b) l'impression à l'écran ou au pochoir de la pâte à braser suivie d'un processus de brasage par refusion. Ce processus peut être utilisé avec ou sans opération d'aplatissement des pastilles de brasure fusionnées;
- c) l'application de brasure fondue;
- d) l'application de particules de brasure dans un flux adhérent (technique de dépôt de brasure solide).

Les caractéristiques du dépôt de brasure solide sur les plages d'accueil sont les suivantes:

- a) la brasure appliquée possède une liaison intermétallique métallisée ou fondue avec la plage d'accueil pour composant monté en surface;
- b) l'épaisseur de brasure appliquée est suffisante pour obtenir un joint de brasure par refusion de bonne qualité;
- c) la brasure est appliquée avec une précision suffisante sur la plage d'accueil du composant monté en surface;
- d) la planéité de la brasure déposée doit être adaptée au composant applicable. Les dispositifs présentant par exemple des pas réduits exigent une planéité plus marquée que la plupart des autres composants.

La quantité de brasure doit être spécifiée.

8.2.2 Flux application

Flux, when used, shall be applied prior to formation of the final solder connection. Flux may be a constituent of the solder paste or preform solder. Any flux meeting the requirements of 5.2 may be used provided that:

- a) the flux or combination of fluxes does not damage parts;
- b) the subsequent cleaning processes (if required) shall be sufficient to comply with the cleanliness requirements in clause 9 and not be detrimental to the product.

8.2.3 Solder application

Enough solder shall be applied to components or boards or both to ensure that sufficient quantity is in place during reflow to meet the end point workmanship requirements.

8.2.3.1 Solder paste application

Methods for applying solder paste on surface mount land pattern areas include, but are not limited to, screen or stencil printing, dispensing, or pin transfer. Solder paste shall be handled by the material supplier recommendation for proper performance. Re-use or mixing of solder paste exposed for excessive periods (e.g. 1 h to 24 h depending on material) with fresh paste should be avoided.

8.2.3.2 Solid solder deposition (SSD)

Surface mount land patterns can be coated with a defined amount of solder during the printed board manufacturing process.

Different methods of solder application are permissible, for example:

- a) plating of Sn-Pb;
- b) screen or stencil printing of solder paste followed by a reflow solder process. This process can be used with or without a flattening operation of the reflowed solder pads;
- c) application of molten solder;
- d) application of solder particles in an adherent flux (solid solder deposit technology).

The characteristics of the solid solder deposit on land patterns are the following:

- a) the applied solder has a plated or molten intermetallic bond to the surface mounting device (SMD) land pattern;
- b) the applied thickness of the solder is sufficient for a reliable reflow solder joint;
- c) the solder is applied with sufficient precision to the SMD land pattern;
- d) the flatness of deposited solder shall be suitable for the applicable component, for example fine pitch devices require better flatness than most other components.

The amount of the solder shall be specified.

8.3 Brasage à la machine autre que la refusion (immersion)

Les exigences détaillées relatives au brasage à la machine effectué non par refusion mais par immersion sont définies dans les paragraphes suivants. Il est recommandé que ces systèmes de brasage présentent:

- a) la capacité d'appliquer du flux à tous les points nécessitant un flux;
- b) la capacité d'appliquer un préchauffage contrôlé sur les ensembles de cartes imprimées;
- c) la capacité thermique de maintenir la température de brasage à la surface de l'ensemble avec une variation de ± 5 °C par rapport à la température choisie, durant toute la production de brasage continu prescrite;
- d) la possibilité, en respectant les contraintes des exigences de limitation des chocs thermiques, de chauffer les surfaces à joindre de manière contrôlée et de les refroidir ensuite;
- e) une énergie mécanique suffisante pour minimiser les effets de masquage et favoriser le mouillage dans les recoins et les failles entre les composants pour montage en surface très resserrés.

8.3.1 Développement des procédures pour les machines de brasage par immersion

Le fabricant doit maintenir des procédures de fonctionnement décrivant le processus de brasage et l'exploitation correcte de la machine de brasage automatique et du matériel associé. Pour la machine de brasage, ces procédures doivent, au minimum, définir la température de préchauffage, la température de brasage, la vitesse de défilement, la fréquence des mesures de vérification de la température, la fréquence et la méthode d'analyse du flux (obligatoire pour les flux à faibles résidus) ainsi que la fréquence d'analyse du bain de brasage. Si l'une ou l'autre des caractéristiques mentionnées ci-dessus est adaptée à un ensemble de câblage imprimé ou un numéro de dessin différents, ou à un autre élément d'identification positif, les réglages à utiliser doivent être identifiés.

8.3.2 Séchage/dégazage

Avant le brasage, il est permis de traiter l'ensemble afin de réduire la présence d'humidité préjudiciable ou d'autres éléments volatils.

8.3.3 Dispositifs et matériaux de fixation

Les dispositifs, les matériaux ou les techniques utilisés pour maintenir les pièces et les composants sur la carte imprimée tout au long des phases de préchauffage, de fluxage, de brasage et de refroidissement ne doivent pas contaminer, endommager ou dégrader les cartes imprimées ou les composants. Les dispositifs, les matériaux ou les techniques doivent être adaptés pour le maintien du positionnement des composants et doivent permettre le passage de la vague de brasage au travers des trous traversants métallisés et/ou sur les zones des bornes.

8.3.4 Application du flux

Le flux utilisé doit former un revêtement sur la surface à braser. Le flux doit être dilué avec un matériau recommandé par le fournisseur du flux de façon à respecter les exigences relatives à l'application du flux. Le flux doit être suffisamment séché, avant le brasage, pour éviter les projections de brasure.

8.3.5 Bain de brasage

Il convient que le bain de brasage utilisant les compositions de brasage définies en 5.1 soit maintenu à une température comprise entre 230 °C et 280 °C. Pour les alliages différents de ceux cités en 5.1, il n'est pas exclu que d'autres écarts de température soient prescrits. Pour tous les alliages, il convient d'accepter une tolérance de ± 5 °C. Cette tolérance ne doit pas placer la température au-delà des limites établies.

8.3 Mechanized immersion soldering (non-reflow)

The detailed requirements for immersion non-reflow machine soldering are defined in the following subclauses. These soldering systems should provide:

- a) the capability to apply flux to all points requiring flux;
- b) the capability to apply controlled pre-heat to printed board assemblies;
- c) the thermal capacity to maintain the soldering temperature at the assembly surface to within ± 5 °C of the selected temperature, throughout the span of the required continuous soldering production run;
- d) within the constraints of thermal shock limitation requirements, to heat the surfaces to be joined in a controlled manner, and to cool them thereafter;
- e) sufficient mechanical energy to minimize shadowing effects and to assist wetting in the nooks and crannies between closely packed surface mount components.

8.3.1 Process development for mechanized immersion soldering

The manufacturer shall maintain operating procedures describing the soldering process and the proper operation of the automatic soldering machine and associated equipment. For the soldering machine, these procedures, as a minimum, shall define the preheat temperature, solder temperature, rate of travel, frequency of temperature verification measurements, frequency and method of flux analysis (mandatory for low-solids fluxes), and frequency of solder bath analysis. If any of the above-mentioned characteristics are adjusted for a different printed wiring assembly, drawing number, or other positive identification element, the setting to be utilized shall be identified.

8.3.2 Drying/degassing

Prior to soldering, the assembly may be treated to reduce detrimental moisture and other volatiles.

8.3.3 Holding fixtures and materials

Devices, materials or techniques used to retain parts and components to the printed board through preheat, fluxing, soldering, and cooling stages shall not contaminate, damage or degrade printed boards or components. The devices, materials or techniques shall be adequate to maintain component positioning, and shall permit solder flow through plated through-holes and/or on to terminal areas.

8.3.4 Flux application

The flux used shall form a coating on the surface to be soldered. The flux shall be thinned with material recommended by the flux supplier as necessary to meet the requirements of the flux application. The flux shall be dried sufficiently before soldering to prevent solder spatter.

8.3.5 Solder bath

The solder bath using the solder compositions defined in 5.1 should be maintained at a temperature within the range of 230 °C to 280 °C. For alloys other than those cited in 5.1, other temperature ranges may be required. For all alloys, the nominal temperature should have a tolerance of ± 5 °C. This tolerance shall not put the bath temperature outside the established limits.

La température et la durée de contact entre l'ensemble et la brasure doit dépendre de facteurs tels que le préchauffage, l'épaisseur de la carte, le nombre et la taille des contacts et conducteurs ainsi que du type de pièces. La période d'exposition d'une carte imprimée à un bain de brasage doit être limitée à une durée ne provoquant aucun dommage sur la carte imprimée ou les composants montés.

8.3.5.1 Entretien du bain de brasage

La pureté du bain de brasage au cours du brasage à la machine des ensembles de cartes imprimées doit être maintenue conformément à 6.3 et aux procédures suivantes:

- a) les déchets doivent être éliminés du bain de brasage de façon à garantir que des déchets ne soient pas en contact avec les articles brasés. Les méthodes automatiques ou manuelles sont acceptables pour l'élimination des déchets;
- b) il est admis que les huiles de brasage soient mélangées à la brasure fondue et portées à la surface de la vague de brasage ou appliquées à la surface de la vague de brasage ou du bain de brasage. Il est recommandé de contrôler le niveau d'huile afin de prévenir le mélange d'huile dans les joints de brasure solidifiés;
- c) la brasure dans les machines de brasage doit être analysée sur une base régulière conformément à 6.3.

8.4 Brasage manuel

Les exigences détaillées relatives au brasage manuel sont définies dans les paragraphes suivants.

8.4.1 Brasage manuel sans refusion

8.4.1.1 Application du flux

S'il est utilisé, le flux liquide doit être appliqué sur les surfaces à joindre, avant l'application de chaleur. Il convient d'éviter l'utilisation d'une quantité excessive de flux. Si l'on utilise une brasure à flux incorporé, celle-ci doit être placée dans une position permettant au flux de couler et de couvrir les éléments de connexion tandis que la brasure fond. Si l'on utilise un flux liquide externe en même temps que des brasures à flux incorporé, les flux doivent être compatibles.

8.4.1.2 Application de la brasure

Une pointe bien étamée (voir 4.12) doit être appliquée sur le joint et la brasure doit être introduite à la jonction de la pointe et de la connexion pour un transfert de chaleur maximal. Après avoir appliqué la chaleur et achevé le transfert de chaleur, il convient d'appliquer la brasure sur le joint et non la pointe du fer à braser. La brasure doit seulement être appliquée sur un côté d'un trou traversant métallisé. La température de la pointe de brasage ne doit pas dépasser la température de travail spécifique pour l'alliage de brasure utilisé. Il est permis d'appliquer la chaleur sur les deux côtés du trou traversant métallisé. Il n'est pas exclu que certaines applications de brasage manuel nécessitent un préchauffage pour éviter un endommagement des composants.

8.4.1.3 Dissipateurs thermiques

Lorsqu'un brasage manuel est pratiqué près du corps de dispositifs sensibles à la chaleur, il convient qu'un dissipateur thermique soit utilisé entre la pointe du fer à braser et le corps du composant de façon à limiter la vague de chaleur dans le composant.

8.4.1.4 Remontées d'étain

Des remontées d'étain limitées sont permises au cours du brasage de fils. Les remontées d'étain ne doivent pas s'étendre à une portion du fil qui, selon les exigences, doit rester flexible.

The temperature and time of contact between the assembly and the solder shall be dependent upon such factors as preheating, thickness of the board, number and size of contacts or conductors, and the type of parts. The period of exposure of any printed board to a solder bath shall be limited to a duration which will not cause damage to the board or components mounted thereon.

8.3.5.1 Solder bath maintenance

Solder bath purity in machine soldering of printed board assemblies shall be maintained in accordance with 6.3 and the following procedures:

- a) dross shall be removed from the solder bath in a manner which assures that dross does not contact the items being soldered. Automatic or manual methods for dross removal are acceptable;
- b) soldering oils may be intermixed with the molten solder and carried to the surface of the solder wave or applied to the surface of the solder wave or solder bath. The oil level should be controlled to preclude intermix of oil in solidified solder joints;
- c) solder in soldering machines shall be analyzed on a regular basis in accordance with 6.3.

8.4 Manual/hand soldering

The detailed requirements for manual/hand soldering are defined in the following subclauses.

8.4.1 Non-reflow manual soldering

8.4.1.1 Flux application

If used, liquid flux shall be applied to the surfaces to be joined, prior to the application of heat. The use of excess flux should be avoided. When cored solder is used, it shall be placed in a position that allows the flux to flow and cover the connection elements as the solder melts. When an external liquid flux is used in conjunction with flux cored solders, the fluxes shall be compatible.

8.4.1.2 Solder application

A well-tinned tip (see 4.12) shall be applied to the joint and the solder introduced at the junction of the tip and the connection for maximum heat transfer. After applying heat and achieving heat transfer, the solder should be applied to the joint and not the soldering iron tip. Solder shall only be applied to one side of a plated through-hole. The temperature of the soldering tip shall not exceed the specific working temperature for the solder alloy being used. Heat may be applied to both sides of the plated through-hole. Some hand soldering applications may require preheating to prevent damage to components.

8.4.1.3 Heat sinks

When hand soldering is being carried out close to the body of heat-sensitive devices, a heat sink should be used between the soldering iron tip and the component body as necessary to restrict heat flow into the component.

8.4.1.4 Solder wicking

Limited solder wicking during soldering of wire is permissible. Solder wicking shall not extend to a portion of the wire which is required to remain flexible.

8.4.2 Brasage manuel par refusion

8.4.2.1 Applications de brasure

Une quantité de brasure suffisante doit être appliquée sur les composants ou les cartes, ou sur les deux afin d'assurer que la quantité présente est suffisante lors de la refusion pour répondre aux exigences du produit fini. Parmi les méthodes d'application de la brasure, on distingue l'application à la seringue, le transfert d'étain, la crème à braser, ou l'utilisation de fil ou de préformes de soudure. Les réseaux de plages d'accueil sur lesquels la brasure est appliquée doivent être propres avant l'utilisation de méthodes par refusion pour l'application de brasure.

8.4.2.2 Méthodes de refusion

Les fabricants doivent établir un processus de brasage par refusion reproductible dans les limites définies pour le matériel de refusion pour le brasage manuel (par exemple air ou gaz chaud, infrarouge). Les instructions relatives au processus de refusion doivent être élaborées et entretenues et doivent être réalisées conformément à ces instructions de processus.

Le processus doit présenter, au minimum, une enveloppe temps-température reproductible comprenant une opération de séchage/dégazage (si nécessaire). Parmi les méthodes de refusion figurent les pistolets à air/gaz chaud, les fers à braser, la barre chaude (thermode) et les opérations au laser.

8.4.2.3 Blindage

Lorsqu'un brasage par refusion manuel est réalisé, il convient de fournir un blindage adéquat de façon que les composants adjacents (voisins des parties jointes) ne soient pas endommagés et que les joints de brasure des composants adjacents ne soient pas fusionnés.

9 Exigences relatives à la propreté

Quand le désignateur de propreté après le brasage (voir 9.5.2.1) spécifie l'option de nettoyage C-0 (aucune surface à nettoyer), l'ensemble brasé doit respecter les exigences relatives au contrôle visuel de 9.4.1, sauf en ce qui concerne la présence de résidu de flux, qui est permise.

Si le nettoyage est prescrit (selon 9.5) pendant et après le traitement, les pièces, les sous-ensembles et les ensembles finaux doivent être nettoyés pendant un intervalle de temps permettant une élimination adéquate des contaminants (particulièrement du résidu de flux).

Tous les articles nettoyés doivent l'être de manière à empêcher tout choc thermique préjudiciable ou toute intrusion d'agents nettoyants dans les composants qui ne sont pas totalement hermétiques. Le nettoyage de l'ensemble doit être en mesure de répondre aux exigences relatives au nettoyage spécifiées ici.

9.1 Compatibilité des matériaux et des équipements

Les agents et le matériel nettoyants doivent être choisis en fonction de leur aptitude à éliminer la contamination ionique et non ionique et ne doivent pas dégrader les matériaux, marquages ou pièces nettoyées. L'analyse et la documentation démontrant la conformité à ces exigences doivent être disponibles pour réexamen. Quelques polymères peuvent être incompatibles avec les solutions eau/alcool.

9.2 Nettoyage avant brasage

La propreté des bornes, des sorties des composants, des conducteurs et des surfaces de câblage imprimées doit être suffisante pour assurer la brasabilité. Le nettoyage ne doit occasionner aucun endommagement des composants, des sorties de composants ou des conducteurs. Concernant l'option de nettoyage après brasage C-0 (aucune surface à nettoyer), la propreté doit être suffisante pour assurer la conformité avec les exigences relatives à la propreté de l'ensemble final.

8.4.2 Reflow manual soldering

8.4.2.1 Solder applications

Enough solder shall be applied to components, or boards, or both to ensure that sufficient quantity is in place during reflow to meet the end product requirements. Methods for solder application include dispensing or pin transfer of solder paste, or use of solder wire or preforms. Land patterns to which solder is applied shall be clean prior to solder application reflow methods.

8.4.2.2 Reflow methods

Manufacturers shall establish a reflow soldering process that is repeatable within the limits defined for the hand soldering reflow equipment (e.g. hot air or gas, infrared). The reflow process instructions shall be developed and maintained and shall be performed in accordance with these process instructions.

The process shall include as a minimum a reproducible time/temperature envelope including the drying/degassing operation (when required). Reflow methods include hot air/gas guns, solder irons, or hot bar (thermode) or laser operations.

8.4.2.3 Shielding

When manual reflow soldering is performed, appropriate shielding should be provided so that adjacent components (next to the parts being joined) are not damaged or that the solder joints of adjacent components are reflowed.

9 Cleanliness requirements

When the post soldering cleanliness designator (see 9.5.2.1) specifies cleaning option C-0 (no surface to be cleaned), the soldered assembly shall meet the visual inspection requirements of 9.4.1 except that evidence of flux residue is permitted.

If cleaning is required (as in 9.5) during and after processing; parts, subassemblies, and final assemblies shall be cleaned within a time frame that permits appropriate removal of contaminants (especially flux residue).

All items cleaned shall be cleaned in a manner that will prevent detrimental thermal shock and intrusion of cleaning media into components which are not totally sealed. The assembly cleaning shall be capable of meeting the cleanliness requirement as specified herein.

9.1 Equipment and material compatibility

The cleaning media and equipment shall be selected for their ability to remove both ionic and nonionic contamination, and shall not degrade the materials, markings, or parts being cleaned. Analysis and documentation demonstrating compliance with these requirements shall be available for review. Some polymer materials may be incompatible with the water/alcohol test solution.

9.2 Pre-soldering cleaning

The cleanliness of terminals, component leads, conductors, and printed wiring surfaces shall be sufficient to ensure solderability. Cleaning shall not damage the components, component leads, or conductors. For post-soldering cleaning option C-0 (no surfaces to be cleaned), cleanliness shall be sufficient to ensure compliance with the final assembly cleanliness requirements.

9.3 Nettoyage après brasage

Quand un nettoyage est prescrit, le résidu de flux doit être enlevé dès que possible, de préférence dans un délai de 15 min mais jamais au-delà de 1 h après le brasage. Certains flux ou processus nécessitent éventuellement des actions plus immédiates pour faciliter un enlèvement adéquat. Il est permis d'utiliser des moyens mécaniques tels que l'agitation, la pulvérisation, le brossage, etc., ou le dégraissage à la vapeur ainsi que d'autres méthodes d'application conjointement avec l'agent nettoyant. Il est permis d'allonger l'intervalle de temps entre le brasage et la fin du nettoyage concernant les opérations de brasage manuelles à condition qu'un nettoyage intermédiaire soit réalisé et qu'un nettoyage complet soit fait avant la fin de l'étape de production.

NOTE – Les sorties internes aux dispositifs auto-obturants (par exemple dispositifs de brasage thermo-rétractables) ne doivent pas être soumises aux exigences relatives au nettoyage de la présente spécification lorsque ce dispositif encapsule la connexion brasée.

9.3.1 Nettoyage par ultrasons

Le nettoyage par ultrasons est permis

- a) sur les cartes nues ou les ensembles, à condition que seuls les bornes ou les connecteurs sans électronique interne soient présents, ou
- b) sur les ensembles électroniques possédant des composants électriques, à condition que le fabricant possède une documentation disponible pour un éventuel contrôle démontrant que l'utilisation d'ultrasons ne dégrade pas les performances mécaniques ou électriques du produit ou des composants nettoyés.

9.4 Vérification de la propreté

Les ensembles doivent respecter les exigences de 9.5 concernant la propreté. Les méthodes suivantes doivent être utilisées pour estimer la quantité résiduelle de particules ou de corps étrangers et les résidus de flux, tout comme les autres contaminants organiques ioniques.

9.4.1 Contrôle visuel

Le contrôle visuel, quand il fait partie intégrante d'un système documenté de contrôle de processus et d'amélioration du produit, doit être fondé sur un échantillon statistique (voir 13.1.3). D'autre part, un contrôle visuel à 100 % doit être utilisé pour estimer la présence de particules étrangères, comme il est prescrit en 9.5.1, de résidus de flux ou d'autres résidus ioniques ou inorganiques, comme il est prescrit en 9.5.2.

9.4.2 Mise à l'essai

Des essais périodiques de propreté de l'ensemble après le nettoyage final (par exemple, nettoyage avant enrobage de faible épaisseur, encapsulation ou incorporation dans l'ensemble immédiatement supérieur) doivent être conduits sur une base d'échantillons aléatoire (voir 13.1.3) pour assurer l'adéquation du ou des processus de nettoyage, comme il est prescrit en 9.5.4. Si un ensemble est refusé, tout le lot doit être nettoyé à nouveau et un échantillon aléatoire de ce lot et de chaque lot nettoyé depuis la réalisation du dernier essai de propreté acceptable doit être soumis à un essai. La fréquence des essais doit correspondre au minimum à un essai pour une rotation de 8 h à moins que les données du système de contrôle de processus ne plaident en faveur d'un changement de fréquence.

9.5 Critères de propreté

Le nettoyage des ensembles doit être effectué de façon à enlever

- a) les particules étrangères, comme il est prescrit en 9.5.1 et
- b) les résidus de flux et les autres contaminants ioniques ou organiques, comme il est prescrit en 9.5.2.

9.3 Post-soldering cleaning

When cleaning is required, flux residue shall be removed as soon as possible, preferably within 15 min but no longer than 1 h after soldering. Some fluxes or processes may require more immediate action to facilitate adequate removal. Mechanical means such as agitation, spraying, brushing, etc., or vapour degreasing and other methods of application may be used in conjunction with the cleaning medium. The time between soldering and completion of cleaning may be extended for hand soldering operations provided interim cleaning is performed and complete cleaning is performed prior to the end of the production shift.

NOTE – Terminations internal to self-sealing devices (e.g. heat shrinkable solder devices) shall be exempt from the cleaning requirements of this specification when the device encapsulates the solder connection.

9.3.1 Ultrasonic cleaning

Ultrasonic cleaning is permissible

- a) on bare boards or assemblies, provided only terminals or connectors without internal electronics are present, or
- b) on electronic assemblies with electrical components, provided the contractor has documentation available for review showing that the use of ultrasonics does not damage the mechanical or electrical performance of the product or components being cleaned.

9.4 Cleanliness verification

Assemblies shall meet the requirements of 9.5 for cleanliness. The following methods are to be used to assess the amount of remaining particulate or foreign matter, as well as flux residues and other ionic organic contaminants.

9.4.1 Visual inspection

When made as part of a documented process control and product improvement system, visual inspection shall be based on a statistical sample (see 13.1.3). Otherwise, 100 % visual inspection shall be used to assess the presence of foreign particulate matter as required in 9.5.1, or flux and other ionic or inorganic residues as required in 9.5.2.

9.4.2 Testing

Periodic testing of cleanliness of the assembly after final cleaning (e.g. the cleaning prior to conformal coating, encapsulation, or incorporation into the next higher assembly) shall be conducted on a random sample basis (see 13.1.3) to ensure the adequacy of the cleaning process(es), as required in 9.5.4. If any assembly fails, the entire lot shall be recleaned and a random sample of this lot, and each lot cleaned since performing the last acceptable cleanliness test, shall be tested. The frequency of testing shall be a minimum of once each 8 h shift unless the process control system data supports a change in frequency.

9.5 Cleanliness criteria

Cleaning of assemblies shall be performed as necessary to remove

- a) particulate foreign matter as required in 9.5.1, and
- b) flux residues and other ionic or organic contaminants as required in 9.5.2.

9.5.1 Particules

Les ensembles doivent être dépourvus de saletés, peluches, projections de brasure, déchets, etc. Les billes de brasure ne doivent pas se détacher, ni dégrader les caractéristiques de performances électriques. Le contrôle des particules doit correspondre à la méthodologie de contrôle de 13.1.2.1.

Les billes de brasure ne doivent pas réduire l'espacement électrique minimal de conception de plus de 50 %, et doivent être fixées à la surface de la carte. De plus ces billes ne doivent pas apparaître dans une proportion supérieure à 5 pour 600 mm².

9.5.2 Résidus de flux et autres contaminants ioniques ou organiques

L'utilisateur et le fabricant doivent approuver les exigences relatives au nettoyage et les essais appropriés concernant la propreté. En outre, les exigences visuelles relatives à la propreté doivent être approuvées et spécifiées.

L'utilisateur est responsable de la spécification concernant la propreté. Il n'est pas exclu que l'utilisateur souhaite utiliser le désignateur de propreté établissant l'option de nettoyage et l'essai de propreté conformément à 9.5.2.1. S'il n'existe aucun désignateur de propreté spécifié, il convient d'appliquer le désignateur C-22 comme décrit dans les paragraphes suivants. En outre, les exigences visuelles concernant la propreté (selon 9.5.2.2) doivent être spécifiées.

9.5.2.1 Désignateur de propreté après brasage

Quand l'utilisateur spécifie un désignateur de propreté, il doit prendre la forme suivante:

Désignateur de propreté	Option de nettoyage	Essai de propreté
C	9.5.3	9.5.4

Un code à deux chiffres (minimum) décrit les exigences de propreté concernant tous les ensembles couverts par la présente spécification. Ce code commence par la lettre C suivie d'un tiret puis de deux chiffres ou plus. Le premier chiffre représente l'option de nettoyage décrite en 9.5.3 et le deuxième chiffre et les suivants indiquent les exigences relatives aux essais de propreté décrites en 9.5.4. (Si les cinq essais de propreté sont prescrits, le désignateur de propreté possédera un total de six chiffres.)

9.5.2.2 Exigences visuelles

Il convient de contrôler les surfaces nettoyées sans grossissement; ces surfaces ne doivent présenter aucune marque visuelle de résidu de flux ou d'autres contaminants. Il est admis que les surfaces non nettoyées présentent des résidus de flux.

9.5.3 Option de nettoyage

Le premier chiffre du désignateur de propreté définit l'option de nettoyage. L'un des chiffres suivants est utilisé pour définir les surfaces de l'ensemble qui doivent être nettoyées:

0 = Aucune surface à nettoyer.

1 = Un côté (côté de la source de brasure à la vague) de l'ensemble doit être nettoyé.

2 = Les deux côtés de l'ensemble doivent être nettoyés.

9.5.1 Particulate matter

Assemblies shall be free of dirt, lint, solder splash, dross, etc. Solder balls shall be neither loose nor degrade electrical performance characteristics. Inspection for particulate matter shall be consistent with inspection methodology defined in 13.1.2.1.

Solder balls shall not reduce the minimum design electrical spacing by more than 50 %, and shall be fixed to the board surface. Additionally they shall not occur more than 5 per 600 mm².

9.5.2 Flux residues and other ionic or organic contaminants

The user and manufacturer shall agree to the cleaning requirements and the appropriate tests for cleanliness. In addition, the visual requirements for cleanliness shall be agreed to and specified.

It is the responsibility of the user to specify cleanliness. The user may wish to use the cleanliness designator that establishes the cleaning option and test for cleanliness in accordance with 9.5.2.1. In the absence of a specified cleanliness designator, the designator C-22 as described in the following subclauses should apply. In addition, the visual requirements for cleanliness (as in 9.5.2.2) shall be specified.

9.5.2.1 Post-soldering cleanliness designator

Where the user specifies a cleanliness designator, it shall be in the following form:

Cleanliness designator	Cleaning option	Test for cleanliness
C	9.5.3	9.5.4

A two digit (minimum) code describes the cleanliness requirements for all assemblies covered under this specification. This code begins with the letter C then a dash followed by two or more digits. The first digit represents the cleaning option described in 9.5.3 and the second and following digits indicate the requirements for cleanliness testing described in 9.5.4. (If all five cleanliness tests are required, the cleanliness designator will have a total of six digits.)

9.5.2.2 Visual requirements

Surfaces cleaned should be inspected without magnification and shall be free of visual evidence of flux residue or other contaminants. Surfaces not cleaned may have evidence of flux residues.

9.5.3 Cleaning option

The first digit of the cleanliness designator defines the cleaning option. One of the following digits is used to define the surfaces of the assembly that are to be cleaned:

0 = No surfaces to be cleaned.

1 = One side (wave solder source side) of assembly to be cleaned.

2 = Both sides of assembly to be cleaned.

9.5.4 Essai de propreté

Dans le désignateur de propreté, le deuxième chiffre et les suivants définissent les exigences relatives aux essais de propreté. Il est permis d'utiliser les chiffres suivants selon une combinaison quelconque (à l'exception du 0):

0 = Aucun essai de propreté prescrit.

1 = Essai prescrit pour les résidus de résine (voir 9.5.5).

2 = Essai prescrit pour les résidus ioniques (voir 9.5.6 et/ou 9.5.7).

3 = Essai prescrit portant sur la résistance de l'isolement de surface (voir 9.5.8).

4 = Essai prescrit pour les autres contaminants organiques de surface (voir 9.5.9).

5 = Autres essais selon l'accord utilisateur/fabricant.

9.5.5 Résidus de résine sur les ensembles de cartes nettoyés

Les ensembles qui ont été nettoyés doivent être soumis à des essais conformément à la CEI 61340-5-1 et à la CEI 61340-5-2 (voir annexe D) et doivent respecter les exigences suivantes relatives au niveau maximal autorisé de résidus de flux résineux:

Niveau A: ensembles ayant moins de 200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Niveau B: ensembles ayant moins de 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Niveau C: ensembles ayant moins de 40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

9.5.6 Résidus ioniques (méthode instrumentale)

Les ensembles doivent être soumis à des essais conformément à la CEI 61340-5-1 et à la CEI 61340-5-2 (détection ionisante des contaminants de surface (méthode dynamique) ou détection ionisante des contaminants de surface (méthode statique), voir annexe D) et doivent avoir un résidu de flux ionique ou ionisable équivalent de moins de 1,56 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de NaCl. Il est permis d'utiliser d'autres méthodes lorsque l'on peut montrer que la sensibilité de la méthode de remplacement est égale ou supérieure à celle des méthodes ci-dessus concernant la détection de la contamination de surface ionisable.

NOTE – Lorsque l'on compare la sensibilité des différentes méthodes, il convient de considérer le solvant utilisé pour extraire le résidu, la méthode utilisée pour appliquer le solvant à l'ensemble et la méthode de détection du résidu.

9.5.7 Résidus ioniques (méthode manuelle)

Les ensembles doivent être soumis à des essais conformément à la CEI 61340-5-1 et à la CEI 61340-5-2 (résistivité par extraction de solvant, voir annexe D). La contamination en surface doit être inférieure à un résidu de flux ionique ou ionisable équivalent de moins de 1,56 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de chlorure de sodium (NaCl). Il est admis que l'utilisateur spécifie d'autres valeurs d'acceptation pour des essais équivalents.

9.5.8 Résistance d'isolement de surface (SIR)

Les spécimens d'essai traités exactement de la même façon que les ensembles produits doivent être soumis à des essais pour déterminer l'effet de la contamination sur la résistance d'isolement électrique des cartes imprimées à haute température et pour une forte humidité conformément à la CEI 61340-5-1 et à la CEI 61340-5-2 (voir annexe D), en utilisant les conditions d'essai de la CEI 61189-1. Les spécimens d'essai doivent présenter une résistance minimale de 100 M Ω après le brasage et/ou après le brasage et le nettoyage, en fonction de la classification du flux. Il est admis que l'utilisateur et le fabricant s'entendent sur d'autres spécimens d'essai, conditions d'essai et sur les exigences relatives à la SIR.

9.5.4 Test for cleanliness

The second and following digits of the cleanliness designator defines the requirements for cleanliness testing. The following digits may be used in any combination (not including zero):

0 = No test for cleanliness required.

1 = Test for rosin residues required (see 9.5.5).

2 = Test for ionic residues required (see 9.5.6 and/or 9.5.7).

3 = Test for surface insulation resistance (see 9.5.8).

4 = Test for other surface organic contaminants (see 9.5.9).

5 = Other tests as deemed by user/manufacture agreement.

9.5.5 Rosin residues on cleaned board assemblies

Assemblies that have been cleaned shall be tested in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2 (see annex D), and shall comply with the following requirements for the maximum allowable level of rosin flux residues:

Level A: assemblies less than $200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

Level B: assemblies less than $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

Level C: assemblies less than $40 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

9.5.6 Ionic residues (instrument method)

Assemblies shall be tested in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2 (ionizable detection of surface contaminants (dynamic method), or ionizable detection of surface contaminants (static method), see annex D) and shall contain less than $1,56 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ NaCl equivalent ionic or ionizable flux residue. Other methods may be used when the sensitivity of the alternative method is shown to be equal to or better than the above methods with respect to detecting ionizable surface contamination.

NOTE – In comparing the sensitivity between methods, the solvent used to extract the residue, the method used to present the solvent to the assembly, and the method of detecting the residue should all be considered.

9.5.7 Ionic residues (manual method)

Assemblies shall be tested in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2 (resistivity of solvent extract, see annex D). The surface contamination shall be less than $1,56 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ sodium chloride (NaCl) equivalent ionic or ionizable flux residue. Other acceptance values may be specified by the user for equivalent tests.

9.5.8 Surface insulation resistance (SIR)

Test specimens processed in exactly the same manner as the assemblies being produced shall be tested for the effect of the contamination on the electrical insulation resistance of printed boards under high temperature and humidity in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2 (see annex D) using the test conditions of IEC 61189-1. The test specimens shall have a minimum resistance of $100 \text{ M}\Omega$ after soldering and/or after soldering and cleaning, depending on the flux classification. The user and manufacturer may agree upon other test specimens, test conditions, and SIR requirements.

9.5.9 Autre contamination

Les ensembles soumis à des essais conformément à la CEI 61340-5-1 et à la CEI 61340-5-2 (voir annexe D, essai de détection de contaminant organique de surface (méthode intégrée)), ne doivent pas dépasser le niveau maximal d'acceptation établi par accord mutuel entre l'utilisateur et le fabricant.

10 Exigences relatives à l'ensemble

Les cartes, composants et processus décrits et spécifiés dans les articles 1 à 8 fournissent des interconnexions brasées de qualité supérieure à celle des exigences minimales d'acceptation du présent article. Il convient que les processus et leurs contrôles soient à même de produire un article respectant ou dépassant les critères d'acceptation pour le produit de niveau C. Cependant, les connexions brasées doivent respecter les exigences d'acceptation du niveau de produit (A, B ou C) spécifié par l'utilisateur.

10.1 Exigences relatives à l'acceptation

Le fabricant doit soit:

- a) posséder un plan de gestion de processus conforme à 13.2, soit
- b) réaliser un contrôle à 100 % conforme aux exigences de 10.2. Si les défauts ou indicateurs de processus dépassent les limites de l'action corrective spécifiées en 10.1.1 pour leur niveau respectif d'opportunités (10.1.2), le fabricant doit lancer une action corrective afin de réduire leur apparition. Pour le calcul des actions correctives, on ne doit pas attribuer plus d'une caractéristique de défaut donnée dans le tableau 2) ou plus d'un indicateur de processus à un site d'interconnexion particulier (par exemple entre connexion et pastille, trou de liaison, trou d'entrée).

NOTE – Si les limites spécifiées dans la présente norme sont respectées, il est probable que la fiabilité du joint a de fortes chances de répondre aux attentes concernant l'ensemble. Cependant, l'utilisateur est chargé de déterminer les véritables exigences de fiabilité sur la base de la conception et de l'utilisation du produit final.

10.1.1 Limites de l'action corrective

L'action corrective doit être lancée si:

les défauts répertoriés dans le tableau 2 dépassent 0,3 % de la possibilité de leur apparition et si:

les indicateurs de processus (voir 4.4) dépassent 3,0 % des possibilités totales de leur apparition. On doit, au minimum, surveiller les apparitions générales d'indicateurs de processus suivantes:

- a) marquages (10.2.2);
- b) vides et cratères (10.2.4);
- c) visibilité de la configuration de sortie (10.2.4);
- d) mouillage du trou de liaison interfaciale (10.2.5);
- e) autres indicateurs de processus définis dans les spécifications intermédiaires;
- f) quantité de brasure.

10.1.2 Détermination de la limite de contrôle

Le nombre total de sites d'interconnexion doit être utilisé comme mesure de référence pour l'application du pourcentage de défauts ou d'indicateurs de processus. Ces calculs considèrent chaque plage d'accueil, chaque sortie par trou traversant et chaque sortie de borne comme une seule opportunité pour déterminer le nombre total d'opportunités pour une carte imprimée assemblée donnée.

9.5.9 Other contamination

Assemblies tested in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2 (see annex D, surface organic contaminant detection test (in-house method)) shall not exceed the maximum acceptance level established by mutual agreement between user and manufacturer.

10 Assembly requirements

Boards, components and processes described and specified in clauses 1 to 8 provide for soldered interconnections that are better than the minimum acceptance requirements of this clause. Processes and their controls should be capable of producing a product meeting or exceeding the acceptance criteria for level C product. However, soldered connections shall meet the product level (A, B or C) acceptance requirements specified by user.

10.1 Acceptance requirements

The manufacturer shall either:

- a) have a process control plan in accordance with 13.2; or
- b) perform 100 % inspection to the requirements of 10.2. If defects and process indicators exceed the corrective action limits specified in 10.1.1 for their respective level of opportunities (10.1.2), the manufacturer shall initiate corrective action to reduce their occurrence. For corrective action calculations, no more than one defect characteristic (see table 2) or process indicator shall be attributed to a particular interconnection site (e.g. lead-to-land, via, lead-in-hole).

NOTE – If the limits specified in this standard are met, it is likely that the reliability of the joint has a high possibility of meeting the assembly expectations; however, the user has the responsibility for determining true reliability requirements based on design and end product usage.

10.1.1 Corrective action limits

Corrective action shall be initiated if:

defects listed in table 2 exceed 0,3 % of the opportunities for their occurrence, and if:
process indicators (see 4.4) exceed 3,0 % of the total opportunities for their occurrence. As a minimum, the following general process indicator occurrences shall be monitored:

- a) markings (10.2.2);
- b) voids and blow holes (10.2.4);
- c) lead outline visibility (10.2.4);
- d) via interfacial connection wetting (10.2.5);
- e) other process indicators defined in the sectional specifications; and
- f) solder quantity.

10.1.2 Control limit determination

The total number of interconnection sites shall be used as the measure to which the percentage of defects or process indicators is applied. These calculations consider each surface mount termination, each through-hole termination, and each terminal termination as a single opportunity for determining the total number of opportunities for a given printed board assembly.

10.2 Exigences générales relatives à l'assemblage

Tous les produits doivent respecter les exigences du dessin d'assemblage. L'intégrité électrique et mécanique ainsi que la fiabilité de tous les composants et ensembles doivent être conservées après l'exposition à tous les processus employés au cours de la fabrication et de l'assemblage (par exemple manipulation, fixation, brasage, nettoyage).

10.2.1 Endommagement de l'ensemble

L'endommagement de l'ensemble concernant les dispositifs électroniques et mécaniques ne doit pas dépasser les exigences données dans la présente norme et la CEI 61191-2, la CEI 61191-3 et la CEI 61191-4.

Les cartes imprimées ne doivent laisser apparaître aucune brûlure, aucun cloquage ou décollement interlaminaire comme il est fait référence dans la CEI 62326-1. Les éraflures de stratifié doivent être traitées comme l'exposition du tissage et, à l'instar des feuilles décollées ou endommagées, du farinage ou du halo, elles doivent répondre aux critères de la CEI 61188-2.

10.2.1.1 Défauts d'ensemble inacceptables

Les défauts suivants sont susceptibles d'apparaître au niveau des ensembles de câblage imprimés: farinage, délabrement, cloquage, décollement interlaminaire, exposition du tissage, halo, décollement interlaminaire du bord et décollement des pastilles ou conducteurs.

Les conditions suivantes entraînent une élimination:

- a) ensembles présentant des défauts de farinage ou de délabrement affectant leur fonctionnalité;
- b) cloquage ou décollement interlaminaire formant des ponts entre les trous traversants ou entre les conducteurs sous-jacents, ou s'étendant sous les conducteurs de surface ou sur/sous les conducteurs sous-jacents.

10.2.2 Marquages

Les marquages ne doivent pas être délibérément modifiés, effacés ou supprimés par le fabricant sauf si le dessin d'assemblage le prescrit. Il convient que les marquages supplémentaires (tels que des étiquettes ajoutées au cours du processus de fabrication) ne cachent pas les marquages originaux du fournisseur. Si une perte de marquage survient sur une pièce du composant, celle-ci doit être enregistrée en tant qu'indicateur de processus permettant de suivre le cheminement, de déterminer si un fournisseur présente un éventuel problème de marquage et de définir le degré de l'action corrective (par exemple, nouveaux matériaux, nouveaux processus, etc.).

10.2.3 Planéité (courbure et vrillage)

La courbure et le vrillage après le brasage ne doivent pas dépasser 0,5 % ou 1,5 mm pour le montage en surface de niveau C; 0,75 % ou 2,0 mm pour le montage en surface de niveau B; 1,0 % ou 2,5 mm pour le montage en surface de niveau A; et 1,5 % ou 2,5 mm pour les applications de carte imprimée à trous traversants (tous niveaux). Les ensembles mixtes (CMS, TM, etc.) doivent respecter les exigences relatives aux ensembles pour montage en surface (voir CEI 61191-2, CEI 61189-3, CEI 61188-1-1).

10.2 General assembly requirements

All products shall meet the requirements of the assembly drawing. The electrical and mechanical integrity and the reliability of all components and assemblies shall be retained after exposure to all processes employed during manufacture and assembly (e.g. handling, fixing, soldering and cleaning).

10.2.1 Assembly damage

Assembly damage to electronic and mechanical devices shall not exceed the requirements given in the present standard and in IEC 61191-2, IEC 61191-3, IEC 61191-4.

Printed boards shall show no evidence of burning, blistering, or delamination as referenced in IEC 62326-1. Laminate scratches shall be treated as weave exposure and, together with lifted or damaged foil, measling or haloing, shall meet the criteria of IEC 61188-2.

10.2.1.1 Unacceptable assembly defects

The following defects can be found in printed wiring assemblies: measles, crazing, blistering, delamination, weave exposure, haloing, edge delamination, and lifted lands or conductors.

The following conditions are causes for rejection:

- a) assemblies exhibiting measles or crazing defects affecting their functionality;
- b) blistering or delamination which make bridges between plated through-holes or between subsurface conductors, or which extends under surface conductors or over/under subsurface conductors.

10.2.2 Markings

Markings shall not be deliberately altered, obliterated or removed by the manufacturer unless required by the assembly drawing. Additional markings (such as labels added during the manufacturing process) should not obscure the original supplier's markings. Where component part marking loss occurs it shall be recorded as a process indicator to track and determine if a supplier has a potential marking problem, and determine the degree of corrective action (e.g. new materials, new processes, remarking, etc.).

10.2.3 Flatness (bow and twist)

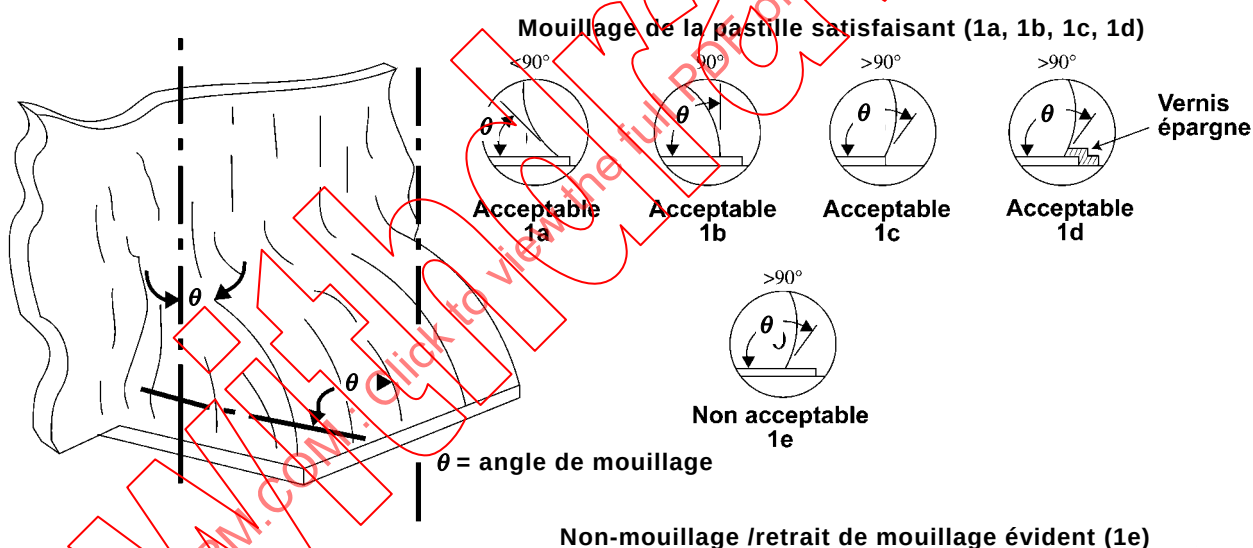
Bow and twist after soldering shall not exceed 0,5 % or 1,5 mm for level C surface mount; 0,75 % or 2,0 mm for level B surface mount; 1,0 % or 2,5 mm for level A surface mount; and 1,5 % or 2,5 mm for through-hole (all levels) printed board applications. Mixed assemblies (SMT, THT, etc.) shall meet the requirements for surface mount assemblies (see IEC 61191-2, IEC 61189-3, IEC 61188-1-1).

10.2.4 Connexion brasée

La connexion brasée acceptable doit laisser apparaître un mouillage et une adhérence quand la brasure fond sur la surface brasée, formant un angle de contact de 90° ou moins, sauf quand la quantité de brasure donne un contour s'étendant au-delà du bord de la pastille (voir figure 1). Il est recommandé que les joints de brasure présentent une apparence globalement lisse. Un aspect satiné est admis.

Il n'est pas exclu que certaines compositions d'alliages de brasure, certains plaquages de sorties ou de cartes imprimées ainsi que des processus de brasage spécifiques (c'est-à-dire refroidissement lent avec un circuit imprimé de masse importante) produisent des brasures d'aspect terni, mat, grisé ou granuleux, normales pour le matériau et le processus impliqués. Ces joints de brasure sont acceptables.

Une transition régulière de la pastille à la surface de connexion ou à la sortie du composant doit apparaître de façon évidente. Une ligne de démarcation ou une zone de transition à l'endroit où la brasure appliquée se mélange au revêtement de brasure, à la plaque de brasure ou à un autre matériau de surface est acceptable à condition que le mouillage soit évident. Dans le cas de revêtements de brasure fondus, la présence de la brasure appliquée au-dessus du bord du trou n'est pas prescrite si la paroi du trou et la sortie du composant présentent un mouillage satisfaisant (voir figure 2). Des marques ou des éraflures dans le joint de brasure ne doivent pas dégrader l'intégrité de la connexion.



IEC 1167/98

Figure 1 – Angle de contact de brasure

10.2.4.1 Défauts

Les conditions suivantes sont inacceptables et doivent être considérées comme des défauts (voir 12.1):

- connexions brasées cassées ou endommagées;
- connexion brasée présentant les caractéristiques d'une soudure froide;
- plus de 5 % de la connexion brasée (sauf trous de liaison) présentant des signes de démouillage ou de non-mouillage;
- excès de brasure qui est en contact avec le corps du composant;
- effritement de la dorure du fait de l'enlèvement insuffisant de dorure (voir 6.2.2);
- vides créant un volume de joint brasé inférieur à la valeur minimale acceptable.

10.2.4 Solder connection

The acceptable solder connection shall indicate evidence of wetting and adherence when the solder blends with the soldered surface, forming a contact angle of 90° or less, except when the quantity of solder results in a contour which extends over the edge of the land (see figure 1). The solder joints should have a generally smooth appearance. A satin lustre is permissible.

There are solder alloy compositions, lead or printed board platings, and special soldering processes (i.e. slow cooling with large mass PWBs) that may produce dull, matt, grey or grainy looking solders that are normal for the material or process involved. These solder joints are acceptable.

A smooth transition from land to connection surface or component lead shall be evident. A line of demarcation or transition zone where applied solder blends with solder coating, solder plate, or other surface material is acceptable, provided that wetting is evident. In case of fused solder coatings, presence of the applied solder above the rim of the hole is not required if the hole wall and component lead exhibit good wetting (see figure 2). Marks or scratches on the solder joint shall not degrade the integrity of the connection.

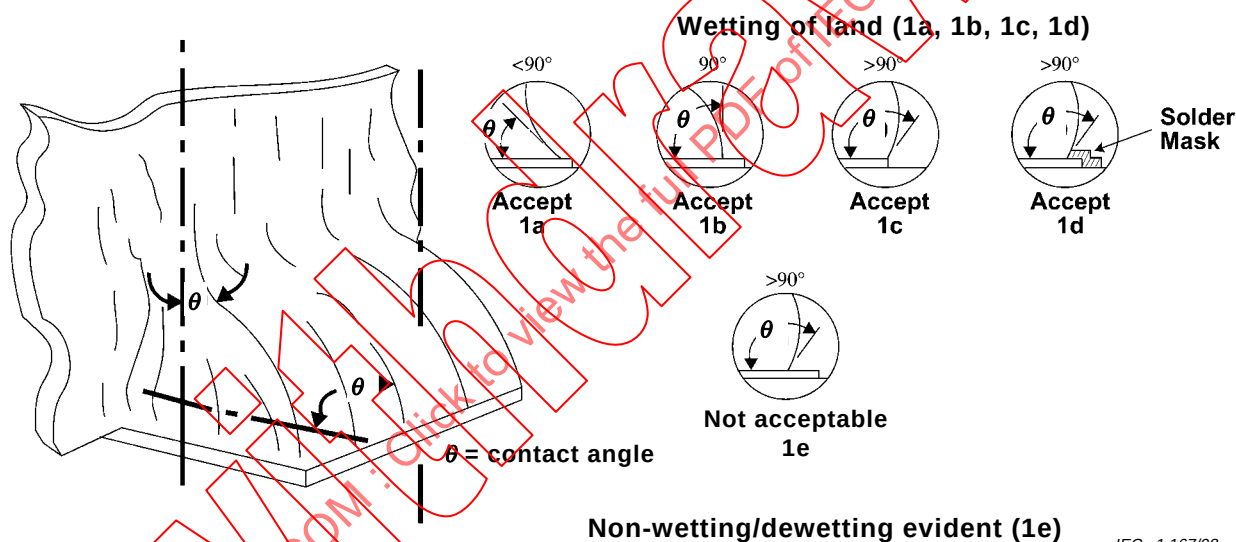


Figure 1 – Solder contact angle

10.2.4.1 Defects

The following conditions are unacceptable and shall be considered defects (see 12.1):

- fractured or disturbed solder connections;
- cold solder connection;
- greater than 5 % of the solder connection (except vias) exhibiting dewet or nonwet characteristics;
- excess solder which contacts the component body;
- gold embrittlement due to insufficient gold removal (see 6.2.2); and
- voiding by which the solder volume of the joint is decreased below the allowable minimum value.

10.2.4.2 Indicateurs de processus

Les conditions suivantes sont acceptables mais doivent être considérées comme des indicateurs de processus, doivent faire l'objet d'une documentation et doivent être disponibles pour réexamen:

- a) vides et cratères quand le mouillage est évident, qui ne réduisent pas le volume de brasure en dessous du seuil minimal tolérable;
- b) profil ou sortie non visible dans le joint de brasure en raison de l'excès de brasure.

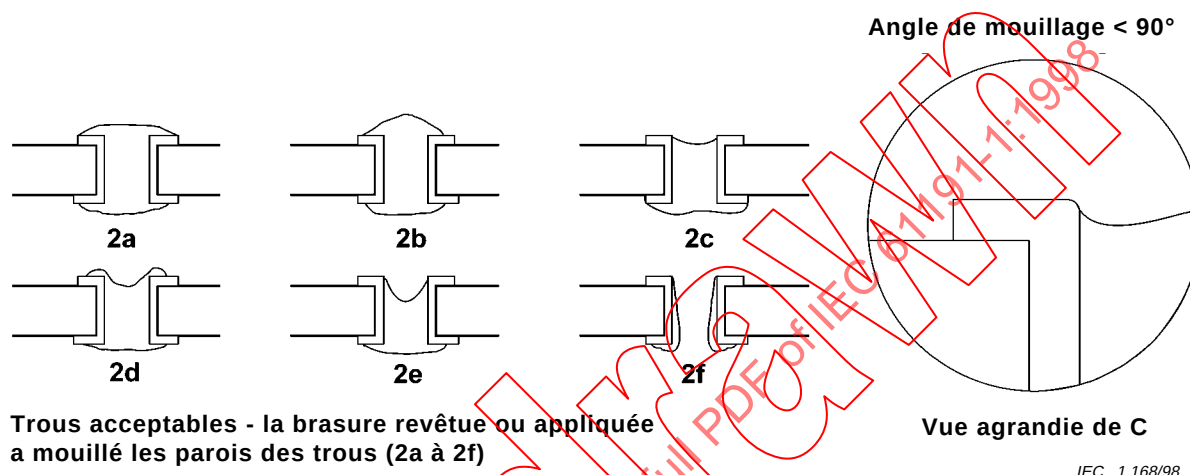


Figure 2 – Mouillage de brasure de trous traversants métallisés sans sorties

10.2.5 Connexions interfaciales

Il n'est pas nécessaire de remplir de brasure les trous non renforcés avec sorties ou trous traversants métallisés, non soumis à un brasage simultané et utilisés pour les connexions interfaciales. Il n'est pas nécessaire de remplir de brasure les trous traversants métallisés non exposés à la brasure en raison de masques permanents ou temporaires et utilisés pour les connexions interfaciales. Les trous traversants métallisés sans sorties, y compris les trous de liaison, après être exposés à des traitements de brasage à la vague, par immersion ou à la traîne doivent respecter les exigences d'acceptabilité de la figure 2. Le non-respect de cette exigence doit être traité comme un indicateur de processus conformément à l'article 13. Le mouillage des pastilles sur l'autre face, par la brasure appliquée, est acceptable mais il n'est pas prescrit (voir figures 2c, 2e et 2f).

11 Revêtement et encapsulation

Les exigences détaillées relatives aux procédures de revêtement et d'encapsulation sont définies dans les paragraphes suivants.

11.1 Revêtement enrobant

La spécification relative au matériau et les instructions du fournisseur, selon leur applicabilité, doivent être suivies. Quand les conditions de traitement (température, temps, intensité IR, etc.) diffèrent des instructions recommandées par le fournisseur, elles doivent faire l'objet d'une documentation et être disponibles pour réexamen. Le matériau doit être utilisé pendant l'intervalle de temps spécifié (à la fois la durée de conservation et la durée d'enrobage) ou utilisé pendant la période de temps indiquée par un système documenté établi par le fabricant (assembleur) pour marquer et contrôler le matériau daté.

10.2.4.2 Process indicators

The following conditions are acceptable, but shall be considered as process indicators and shall be documented and available for review:

- a) voids and the blow holes where wetting is evident, and which do not reduce solder volume below the allowable minimum;
- b) outline or lead not visible in solder joint because of excess solder.

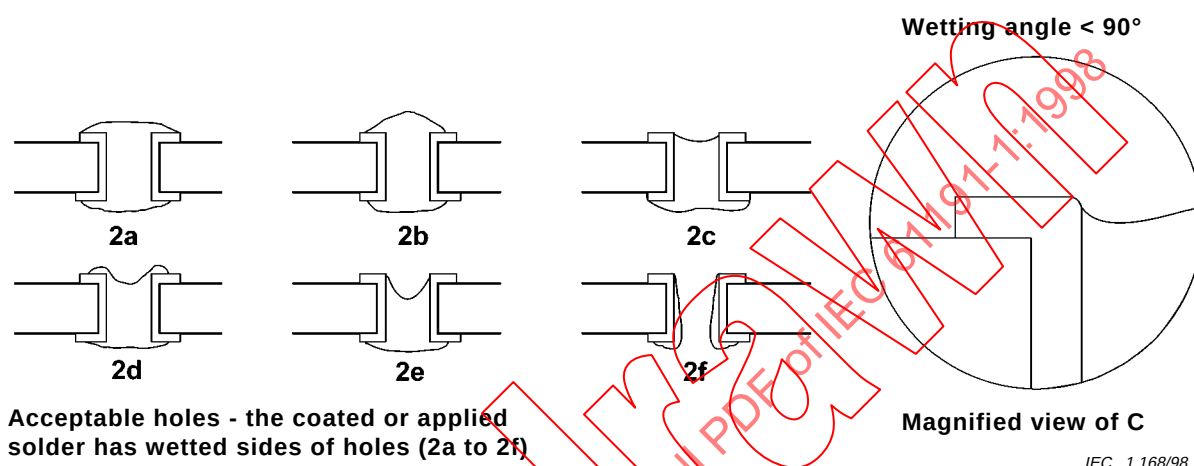


Figure 2 – Solder wetting of plated through-holes without leads

10.2.5 Interfacial connections

Unsupported holes with leads or plated through-holes, not subjected to mass soldering and used for interfacial connections need not be filled with solder. Plated through-holes not exposed to solder because of permanent or temporary maskants and used for interfacial connections need not be filled with solder. Plated through-holes without leads, including vias, after exposure to wave, dip, or drag solder processing shall meet the acceptability requirements of figure 2. Failure to meet this requirement shall be treated as a process indicator in accordance with clause 13. Wetting of the top-side lands by applied solder is acceptable, but not required (see figures 2c, 2e and 2f).

11 Coating and encapsulation

The detail requirements for coating and encapsulation procedures are defined in the following subclauses.

11.1 Conformal coating

The material specification and supplier's instructions, as applicable, shall be followed. When curing conditions (temperature, time, IR intensity, etc.) vary from supplier recommended instructions, the alternate conditions shall be documented and available for review. The material shall be used within the time period specified (both shelf life and pot life), or used within the time period indicated by a documented system that the manufacturer (assembler) has established to mark and control age-dated material.

11.1.1 Application

Un revêtement doit être continu sur toutes les zones désignées pour être couvertes sur le dessin d'assemblage. Il est recommandé de réduire au minimum les raccords de revêtement. Quand ils sont utilisés, les matériaux de masquage ne doivent avoir aucun effet néfaste ou de détérioration sur les cartes imprimées et doivent pouvoir être enlevés sans laisser de résidu contaminant. Les dimensions spécifiées pour les zones masquées ne doivent pas être réduites en longueur, largeur ou diamètre de plus de 0,8 mm du fait de l'application de revêtement enrobant.

11.1.1.1 Composants ajustables

La portion ajustable des composants ajustables, ainsi que les surfaces de contact électriques ou mécaniques telles que les points de sonde, les filets des vis, les surfaces portantes (par exemple guide-cartes) ne doivent pas être couvertes de revêtement, comme spécifié sur le dessin d'assemblage.

11.1.1.2 Revêtement enrobant sur les connecteurs

Les surfaces de contact des connecteurs sur les ensembles câblés imprimés ne doivent pas être recouvertes de revêtement enrobant. Le revêtement enrobant spécifié sur le dessin d'assemblage doit cependant fournir un scellement autour du périmètre de toutes les zones d'interface connecteur/carte. Les contacts et les connecteurs insérés à force après l'application du revêtement enrobant doivent être dispensés de répondre à l'exigence relative au scellement.

11.1.1.3 Revêtement enrobant sur les supports

La surface de contact des supports ou d'autres dispositifs de montage ne doit pas être couverte de revêtement enrobant, sauf exigence contraire du dessin d'assemblage. Cependant, le périmètre de la jonction entre ces dispositifs et tout l'équipement de support et de fixation doit être couvert de revêtement.

11.1.1.4 Revêtement enrobant sur les sorties flexibles

Les composants connectés électriquement à l'ensemble par l'intermédiaire de sorties flexibles (par exemple en ailes de mouette) doivent au minimum présenter un revêtement à la jonction des sorties et des composants ainsi que de l'ensemble.

11.1.1.5 Revêtement du périmètre

Sauf spécification contraire figurant sur le dessin d'assemblage approuvé, le périmètre extérieur des ensembles ne doit pas augmenter en largeur totale de plus de 1,0 mm du fait du revêtement enrobant. Le périmètre extérieur est défini comme la zone couvrant de part et d'autre de la carte une distance maximale de 6,0 mm à l'intérieur du bord externe (voir figure 3).

11.1.1 Application

A coating shall be continuous in all areas designated for coverage on the assembly drawing. The coating fillets should be kept to a minimum. When used, masking materials shall have no harmful or degrading effect on the printed boards and shall be removable without leaving a contaminant residue. Dimensioning specified for masked areas shall not be decreased in length, width, or diameter by more than 0,8 mm by application of conformal coating.

11.1.1.1 Adjustable components

The adjustable portion of adjustable components, as well as electrical and mechanical mating surfaces such as probe points, screw threads, bearing surfaces (e.g. card guides) shall be left uncoated as specified on the assembly drawing.

11.1.1.2 Conformal coating on connectors

Mating connector surfaces of printed wiring assemblies shall not be conformal coated. The conformal coating specified on the assembly drawing shall, however, provide a seal around the perimeter of all connector/board interface areas. Press-fit pins and connectors installed after conformal coating is applied shall be exempt from the seal requirement.

11.1.1.3 Conformal coating on brackets

The mating (contact) surface of brackets or other mounting devices shall not be coated with conformal coating unless specifically required by the assembly drawing. However, the perimeter of the junction between these devices and the board and all attaching hardware shall be coated.

11.1.1.4 Conformal coating on flexible leads

Components which are electrically connected to the assembly by flexible leads (e.g. gull wing) shall as a minimum have the junction of the leads with the components and the assembly coated.

11.1.1.5 Perimeter coating

Unless otherwise specified on the approved assembly drawing, the outer perimeter of assemblies shall not be increased in total thickness by more than 1,0 mm as a result of conformal coating. The outer perimeter is defined as the area on each side of the board at a distance of not more than 6,0 mm inwards from the outer edge (see figure 3).

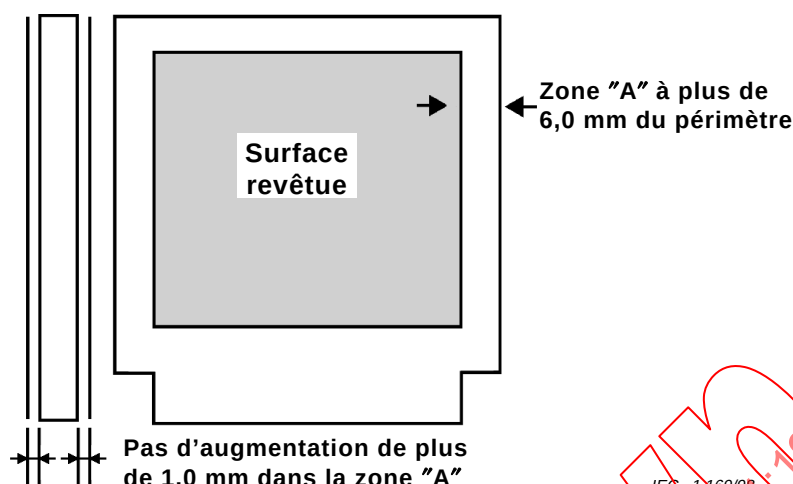


Figure 3 – Conditions de revêtement

11.1.1.6 Revêtement du bord

Sauf spécification contraire figurant sur le dessin d'assemblage approuvé, les dimensions des ensembles ne doivent pas augmenter en longueur ou en largeur de plus de 0,8 mm sur chaque bord, c'est-à-dire 1,5 mm au total du fait de l'application de revêtement enrobant.

11.1.2 Exigences relatives aux performances

Les exigences détaillées relatives aux revêtements appliqués sont définies dans les paragraphes suivants.

11.1.2.1 Épaisseur

L'épaisseur du revêtement enrobant doit être la suivante pour le type spécifié (voir CEI 61188-5-1 à CEI 61188-5-7):

- | | |
|---|--------------------|
| a) types ER (époxyde), UR (uréthane) et AR (acrylique): | 0,03 mm – 0,13 mm; |
| b) type SR (silicone): | 0,05 mm – 0,21 mm; |
| c) type XY (para-xylyène): | 0,01 mm – 0,05 mm. |

L'épaisseur doit être mesurée sur une surface plate, dégagée et traitée de l'ensemble de câblage imprimé ou d'un coupon traité avec l'ensemble. Il est admis que les coupons soient constitués du même type de matériau que la carte imprimée ou d'un matériau non poreux tel que le métal ou le verre. Comme alternative, il est permis d'utiliser une mesure d'épaisseur du film mouillé pour établir l'épaisseur du revêtement, à condition qu'il existe une documentation établissant une corrélation entre les épaisseurs du film mouillé et sec.

11.1.2.2 Couverture par revêtement

Le revêtement enrobant doit appartenir au type spécifié sur le dessin d'assemblage et doit:

- être complètement traité et homogène;
- couvrir seulement les zones spécifiées sur le dessin d'assemblage;
- être dépourvu de cloques ou de cassures affectant les opérations d'assemblage ou les propriétés d'étanchéité du revêtement enrobant;
- être dépourvu de vides, de bulles ou de matériau étranger exposant les conducteurs des composants, les conducteurs de câblage imprimés (y compris les plans de masse) ou d'autres conducteurs et/ou ne respectant pas l'espacement électrique de conception;
- être dépourvu de tout farinage, décollement ou ride (zones non adhérentes).

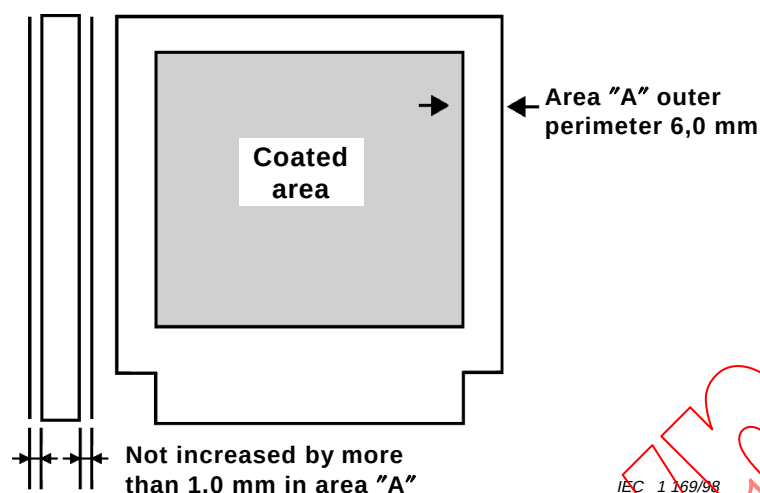


Figure 3 – Coating conditions

11.1.1.6 Edge coating

Unless otherwise specified on the approved assembly drawing, the dimensions of the assemblies shall not be increased in length or width by more than 0,8 mm on each edge, giving a total of 1,5 mm by application of conformal coating.

11.1.2 Performance requirements

The detailed requirements for applied coatings are defined in the following subclauses.

11.1.2.1 Thickness

The thickness of the conformal coating shall be as follows for the type specified (see IEC 61188-5-1 to IEC 61188-5-7):

- a) types ER (epoxy), UR (urethane) and AR (acrylic): 0,03 mm – 0,13 mm;
- b) type SR (silicone): 0,05 mm – 0,21 mm;
- c) type XY (paraxylene): 0,01 mm – 0,05 mm.

The thickness shall be measured on a flat, unencumbered, cured surface of the printed wiring assembly, or on a coupon which has been processed with the assembly. Coupons may be of the same type of material as the printed board or may be of a non-porous material such as metal or glass. As an alternative, a wet film thickness measurement may be used to establish the coating thickness, provided there is documentation which correlates the wet and dry film thicknesses.

11.1.2.2 Coating coverage

Conformal coating shall be of the type specified on the assembly drawing, and shall:

- a) be completely cured and homogeneous;
- b) cover only those areas specified on the assembly drawing;
- c) be free of blisters or breaks which affect the assembly operations or sealing properties of the conformal coating;
- d) be free of voids, bubbles, or foreign material which expose component conductors, printed wiring conductors (including ground planes) or other conductors, and/or violate design electrical spacing; and
- e) contain no measling, peeling or wrinkle (non-adherent areas).

11.1.3 Retouche du revêtement enrobant

Les procédures décrivant l'enlèvement et le remplacement du revêtement enrobant doivent être documentées et être disponibles pour réexamen.

11.1.4 Contrôle du revêtement enrobant

Il est permis d'effectuer le contrôle visuel du revêtement enrobant sans grossissement. Il est permis d'effectuer le contrôle de la couverture du revêtement enrobant sous une source de lumière ultraviolette (UV) si l'on utilise un matériau de revêtement enrobant contenant un traceur d'UV. Il est permis d'utiliser un agrandissement de 2× à 4× à des fins d'arbitrage.

11.2 Encapsulation

La spécification relative au matériel et les instructions du fournisseur, selon leur applicabilité, doivent être suivies. Le matériau doit être utilisé pendant l'intervalle de temps spécifié (à la fois la durée de conservation et la durée d'enrobage) ou utilisé pendant la période de temps indiquée par un système documenté établi par le fabricant (assembleur) pour marquer et contrôler le matériau daté.

11.2.1 Application

Les matériaux encapsulants doivent être continus dans toutes les zones désignées pour être couvertes sur le dessin d'assemblage. Quand il est utilisé, le matériau de masquage ne doit avoir aucun effet délétère sur les cartes imprimées et doit pouvoir être enlevé sans laisser de résidu contaminant.

11.2.1.1 Surfaces dépourvues d'encapsulant

Toutes les portions d'ensemble non destinées à recevoir un matériau encapsulant doivent être dépourvues de tout matériau encapsulant.

11.2.2 Exigences relatives aux performances

L'encapsulant appliqué doit être entièrement traité, homogène, et il doit couvrir seulement les zones spécifiées sur le dessin d'assemblage.

L'encapsulant doit être dépourvu de bulles, cloques ou cassures affectant l'opération d'assemblage du câblage imprimé ou les propriétés d'étanchéité du matériau encapsulant. Aucune fissure, aucun délabrement, farinage, décollement et/ou ride ne doivent être visibles dans le matériau encapsulant.

11.2.3 Retouche du matériau encapsulant

Les procédures décrivant l'enlèvement ou le remplacement de matériau encapsulant doivent être documentées et doivent être disponibles pour réexamen (par exemple dans la documentation ISO 9001 et ISO 9002 des fournisseurs ou des procédures écrites équivalentes).

11.2.4 Contrôle de l'encapsulant

Il est permis d'effectuer un contrôle visuel de l'encapsulation avec grossissement.

12 Retouche et réparation

Les exigences détaillées relatives aux retouches et réparations sont définies dans les paragraphes suivants.

11.1.3 Rework of conformal coating

Procedures which describe the removal and replacement of conformal coating shall be documented and available for review.

11.1.4 Conformal coating inspection

Visual inspection of conformal coating may be performed without magnification. Inspection for conformal coating coverage may be performed under an ultraviolet (UV) light source when using conformal coating material containing a UV tracer. Magnification from 2× to 4× may be used for referee purposes.

11.2 Encapsulation

The material specification and suppliers instructions, as applicable, shall be followed. The material shall be used within the time period specified (both shelf life and pot life) or used within the time period indicated by a documented system the manufacturer has established to mark and control age-dated material.

11.2.1 Application

The encapsulant materials shall be continuous in all areas designated for coverage on the assembly drawing. When used, masking material shall have no deleterious affect on the printed boards and shall be removable without contaminant residue.

11.2.1.1 Encapsulant-free surfaces

All portions of the assembly not designated to receive encapsulant material shall be free of any encapsulant material.

11.2.2 Performance requirements

The applied encapsulant shall be completely cured, homogeneous, and cover only those areas specified on the assembly drawing.

The encapsulant shall be free of bubbles, blisters or breaks that affect the printed wiring assembly operation or sealing properties of the encapsulant material. There shall be no visible cracks, crazes, mealing, peeling and/or wrinkles in the encapsulant material.

11.2.3 Rework of encapsulant material

Procedures which describe the removal and replacement of encapsulant material shall be documented and available for review (e.g. within the manufacturers' ISO 9001 and ISO 9002 documentation or equivalent written procedures).

11.2.4 Encapsulant inspection

Visual inspection of encapsulation may be performed with magnification.

12 Rework and repair

The detailed requirements for rework and repair are defined in the following subclauses.

12.1 Retouche des ensembles électriques et électroniques brasés

Les retouches des assemblages électroniques et électriques consistent à traiter les défauts listés dans le tableau 2 et les caractéristiques des non-conformités figurant dans les tableaux de défaut des spécifications intermédiaires appropriées (voir CEI 61191-2, 61191-3, 61191-4).

La retouche de connexions brasées non satisfaisantes et d'autres défauts ne doit pas être réalisée avant que les caractères non conformes aient été documentés. Les exigences de documentation doivent être définies dans le plan de contrôle du processus et peuvent être basées sur un échantillonnage ou un audit. Ces données doivent être utilisées pour fournir une indication quant aux causes possibles et pour déterminer si une action corrective est prescrite selon 10.1, 10.1.1 et 10.1.2. Quand les retouches ont été effectuées, chaque connexion retouchée ou refondue doit être inspectée suivant les exigences de 10.2.4 et conformément à 13.1.

Tableau 2 – Défauts des assemblages électriques et électroniques

Défaut n°	Description du défaut	Paragraphe des exigences	Remarques
01	Violation des exigences du dessin d'assemblage a) composant manquant b) mauvais composant c) composant inversé	4.1.1	
02	Dégradation d'un composant supérieure aux exigences de la spécification ou de la spécification particulière correspondante a) composant endommagé (fissures) b) fissures dues à l'humidité («pop-corning»)	CEI 61191-2 CEI 61191-3 CEI 61191-4	
03	Dégradation de l'assemblage ou de la carte imprimée a) farinage ou délabrement affectant la fonctionnalité b) cloques ou délaminations rejoignant des trous traversants métallisés et/ou des pistes c) écart important de planéité	10.2.1 10.2.1.1 10.2.3	
04	Interconnexions par trous traversants métallisés avec ou sans terminaisons a) trous ou terminaisons non mouillés b) remplissage du trou non satisfaisant c) fracture du joint brasé d) soudure froide ou perturbée	10.2.4 10.2.4.1 10.2.5	
05	Violation des isolations électriques de conception a) mouvement/désalignement d'une partie conductrice d'un composant ou d'un fil b) billes de soudure c) pont de soudure d) pointe de soudure e) membrane/peau de soudure	CEI 61191-2 9.5.1 CEI 61191-2 CEI 61191-2 CEI 61191-2	
06	Mauvaises connexions brasées (sortie, terminaison ou pastille) a) démouillage ou non-mouillage b) lixivation de la soudure c) soudure insuffisante d) mèche de soudure e) refusion insuffisante f) joint incomplet (circuit ouvert) g) soudure excessive h) vides dans la soudure trop importants i) empiètement de l'adhésif j) effritement de l'or	10.2.4 10.2.4.1	
07	Dégradation du marquage sur la carte a) marquage altéré b) marquage effacé	10.2.2	
08	Non-respect des tests de nettoyage ou de propreté	9.5, 9.5.2.1	
09	Non-respect des exigences relatives au revêtement enrobant	11.1.2.2	

12.1 Rework of unsatisfactory soldered electrical and electronic assemblies

Rework of unsatisfactory electrical and electronic assemblies consists in addressing the defects listed in table 2, and the non-conforming characteristics shown in the defect tables of the relevant sectional specification (i.e. IEC 61191-2, IEC 61191-3, IEC 61191-4) as appropriate.

Rework of unsatisfactory solder connections and other defects shall not be performed until the discrepancies have been documented. Documentation requirements shall be defined in the process control plan and may be on a sampling or audit basis. This data shall be used to provide an indication as to the possible causes and to determine if corrective action, in accordance with 10.1, 10.1.1 and 10.1.2, is required. When rework is performed, each reworked and/or reflowed connection shall be inspected to the requirements of 10.2.4 in accordance with 13.1.

Table 2 – Electrical and electronic assembly defects

Defect No.	Defect description	Requirement subclause	Remarks
01	Violations of the assembly drawing requirements a) missing component b) wrong component c) reversed component	4.1.1	
02	Damage to components beyond procurement specification or the relevant sectional specification allowance a) component damage (cracks) b) moisture cracking (pop-corning)	IEC 61191-2 IEC 61191-3 IEC 61191-4	
03	Damage to the assembly or printed board a) measling or crazing that affects functionality b) blisters/delamination that bridges between PTHs/conductors c) excessive departure from flatness	10.2.1 10.2.1.1 10.2.3	
04	Plated-through hole interconnections with and without leads a) non wetted hole or lead b) unsatisfactory hole fill c) fractured solder joint d) cold or disturbed solder connection	10.2.4 10.2.4.1 10.2.5	
05	Violation of minimum design electrical spacing a) conductive part body or wire movement/misalignment b) solder balling c) solder bridging d) solder spikes e) solder webs/skins	IEC 61191-2 9.5.1 IEC 61191-2 IEC 61191-2 IEC 61191-2	
06	Improper solder connections (lead, termination or land) a) dewetting or non wetting b) solder leaching c) insufficient solder d) solder wicking e) insufficient reflow f) incomplete joint (open circuit) g) excessive solder h) excessive solder voids i) adhesive encroachment j) gold embrittlement	10.2.4 10.2.4.1	
07	Damaged marking on the board a) altered marking b) obliterated marking	10.2.2	
08	Failure to comply with stated cleaning or cleanliness testing	9.5, 9.5.2.1	
09	Failure to comply with conformal coating requirements	11.1.2.2	

12.2 Réparation

Les réparations sont des modifications apportées à un produit final non acceptable afin de le rendre acceptable conformément aux exigences fonctionnelles originales. La méthode de réparation doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

12.3 Nettoyage post-retouche/réparation

Après la retouche ou la réparation, les ensembles doivent être nettoyés en suivant un processus conforme aux exigences de 9.5.

13 Assurance de la qualité du produit

Des exigences générales relatives à l'établissement et au maintien d'un programme efficace d'assurance de la qualité intégrant des systèmes de contrôle de processus (voir 4.5) sont indiquées dans les paragraphes suivants.

13.1 Méthodologie de contrôle

13.1.1 Contrôle de vérification

Le contrôle de vérification doit comprendre les points suivants:

- a) surveillance de l'opération permettant de déterminer si les pratiques, les méthodes, les procédures et si un plan de contrôle rédigé ont été correctement appliqués;
- b) contrôle permettant de mesurer la qualité du produit.

13.1.2 Contrôle visuel

Il convient que le contrôle avant le brasage (par exemple entre le placement et le brasage du composant) ou entre d'autres étapes du processus (par exemple l'application de la crème à braser et le placement du composant) soit basé sur un échantillonnage quand il s'agit d'analyser le procédé d'assemblage afin d'identifier les causes des défauts du joint de brasage. Après le brasage, l'ensemble doit être évalué conformément au plan de gestion de processus établi (voir 13.2) ou par le biais d'un contrôle visuel à 100 % (voir 10.1).

13.1.2.1 Systèmes de grossissement et éclairage

La tolérance pour les systèmes de grossissement correspond à 15 % du pouvoir grossissant choisi (c'est-à-dire +15 % ou une marge de 30 % centrée sur le pouvoir grossissant choisi). Les systèmes de grossissement et l'éclairage (voir 4.11.3) utilisés pour le contrôle doivent être adaptés à la taille de l'article traité. Le grossissement utilisé pour contrôler les connexions brasées doit être fondé sur la largeur minimale de la pastille utilisée pour le dispositif contrôlé. Il convient que les systèmes de grossissement soient conformes au tableau 3.

12.2 Repair

Repairs are changes to an unacceptable end product to make it acceptable in accordance with the original functional requirements. The repair method shall be determined by agreement between the manufacturer and the user.

12.3 Post rework/repair cleaning

After rework or repair, assemblies shall be cleaned as necessary by a process meeting the requirements of 9.5.

13 Product quality assurance

General requirements for the establishment and maintenance of an effective quality assurance programme incorporating process control systems (see 4.5) are given in the following subclauses.

13.1 Inspection methodology

13.1.1 Verification inspection

Verification inspection shall consist of the following:

- a) surveillance of the operation to determine that practices, methods, procedures and a written inspection plan are being properly applied;
- b) inspection to measure the quality of the product.

13.1.2 Visual inspection

Inspection prior to soldering (e.g. between component placement and soldering) or in between other process steps (e.g. solder paste application and component placement) should only take place on a sampling basis when analyzing the assembly process to identify solder joint defect causes. After soldering, the assembly shall be evaluated in accordance with the established process control plan (see 13.2) or by 100 % visual inspection (see 10.1).

13.1.2.1 Magnification aids and lighting

The tolerance for magnification aid is 15 % of the selected magnification power (i.e. +15 % or a range of 30 % centred at the selected magnification power). Magnification aids and lighting (see 4.11.3) used for inspection shall be commensurate with the size of the item being processed. The magnification used to inspect solder connections shall be based on the minimum width of the land used for the device being inspected. Magnification aids should be in accordance with table 3.

Tableau 3 – Exigences relatives au grossissement

Largeurs et diamètres de pastille mm	Contrôle	Arbitrage
>1,0	2×	4×
0,5 à 1,0	4×	10×
0,25 à 0,5	10×	20×
<0,25	20×	40×

Les conditions d'arbitrage doivent seulement être utilisées pour vérifier un produit refusé avec l'agrandissement de contrôle. Pour les ensembles présentant diverses largeurs de pastille, il est permis d'utiliser le grossissement supérieur pour tout l'ensemble.

13.1.2.2 Connexions brasées partiellement visibles ou cachées

Les connexions brasées partiellement visibles ou cachées sont acceptables sous réserve que les conditions suivantes soient respectées:

- la portion visible, si elle existe, de la connexion sur l'un ou l'autre bord de la connexion brasée du trou traversant métallisé (ou la portion visible de la connexion SMD) est acceptable;
- la conception ne limite pas l'écoulement de brasure à un quelconque élément de connexion sur le bord primaire (par exemple le composant à piquer) de l'ensemble;
- les contrôles de processus sont maintenus de manière à assurer la répétabilité des techniques d'assemblage.

13.1.3 Contrôle par échantillonnage

L'application d'un contrôle sur la base d'échantillons doit être fondée sur le respect des caractéristiques suivantes:

- contrôle intégré dans un système de gestion de processus documenté selon 13.2, ou
- contrôle intégré dans un programme d'assurance du produit approuvé par l'utilisateur.

13.2 Gestion de processus

La gestion de processus doit être un système documenté, disponible pour réexamen, répondant à la perspective de l'ISO 9002, de la CEI 61193-3, ou un système approuvé par l'utilisateur. Le but premier de la gestion de processus est de réduire constamment les variations au niveau des processus, produits ou services afin de fournir un produit ou des processus respectant ou dépassant les exigences du client. Le système de gestion de processus doit comprendre au minimum les éléments suivants:

- une formation doit être fournie au personnel auquel sont assignées des responsabilités au niveau du développement, de la mise en oeuvre et de l'utilisation des méthodes de gestion de processus et des méthodes statistiques adaptées en fonction des responsabilités de chacun;
- des méthodologies quantitatives et des preuves doivent être fournies régulièrement pour montrer que le processus est efficace et contrôlé;
- il doit exister des stratégies d'amélioration afin de définir les limites initiales du processus de contrôle ainsi que des méthodologies conduisant à une réduction des apparitions d'indicateurs de processus permettant une amélioration continue du processus;

Table 3 – Magnification requirements

Land widths and land diameters mm	Inspection	Referee
>1,0	2×	4×
0,5 to 1,0	4×	10×
0,25 to 0,5	10×	20×
<0,25	20×	40×

Referee conditions shall only be used to verify product rejected at the inspection magnification. For assemblies with mixed land widths, the greater magnification may be used for the entire assembly.

13.1.2.2 Partially visible or hidden solder connections

Partially visible or hidden solder connections are acceptable provided that the following conditions are met:

- the visible portion, if any, of the connection on either side of the PTH solder connection (or the visible portion of the SMD connection) is acceptable;
- the design does not restrict solder flow to any connection element on the primary side (e.g. pin in hole component) of the assembly;
- process controls are maintained in a manner assuring repeatability of assembly techniques.

13.1.3 Sampling inspection

Use of sample based inspection shall be predicated on meeting one of the following:

- when done as part of a documented process control system as in 13.2; or
- as part of the user approved product assurance programme.

13.2 Process control

Process control shall be a documented system, available for review, that meets the intent of ISO 9002, IEC 61193-3, or user-approved system. The primary goal of process control is to continually reduce variation in the processes, products, or services to provide product or processes meeting or exceeding customer requirements. The process control system shall include the following elements as a minimum:

- training shall be provided to personnel with assigned responsibilities in the development, implementation, and utilization of process control and statistical methods that are commensurate with their responsibilities;
- quantitative methodologies and evidence shall be maintained to demonstrate that the process is capable and in control;
- improvement strategies to define initial process control limits and methodologies leading to a reduction in the occurrence of process indicators in order to achieve continuous process improvement;