IEC 61193-3

Edition 1.0 2013-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Quality assessment systems – Part 3: Selection and use of sampling plans for printed board and laminate end-product and in-process auditing

Système d'assurance de la qualité – Partie 3: Choix et utilisation de plans d'échantillonnage pour cartes imprimées et produits finis stratifiés et audits en cours de fabrication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE XB
CODE PRIX

ICS 31.190

ISBN 978-2-83220-585-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

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

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
4 Sampling methodologies 9
4.1 General 9
4.2 Attribute sampling plans 10
4.2.1 General 10
4.2.2 Continuous sampling 10
4.2.3 Production lot attributes 10
4.2.4 Production lot variables 10
4.3 Non-statistical sampling plans 11
4.4 Defining *c* = 0 plans 11
5 Classification of attributes 16
5.1 General 16
5.2 Classification assignment 17
5.3 Classification and adjustment of sampling plan criteria 18
5.4 Process control 18
6 Defects and process deviation indicator (PDI) evaluation 19
6.1 General 19
6.2 Process control and process improvement requirements 19
7 Inspection plans 19
7.1 General 19
7.2 Zero acceptance number-based sampling plans 20
7.3 Responsible authority 20
7.4 Application 20
7.5 Sampling plan specification 20
7.6 Submission of product 21
8 Classification of defects 23
8.1 General 23
8.2 Customers detail specification (CDS) data 23
9 Percent defectives per million opportunities 23
9.1 General 23
9.2 Classes of DPMO 24
9.2.1 General 24
9.2.2 DPMO-1 – Functional non-conformances only 24
9.2.3 DPMO-2 – Electrical non-conformances 24
9.2.4 DPMO-3 – Visual/mechanical non-conformances 24
9.2.5 DPMO-4 – hermetic non-conformances 24
9.2.6 DPMO-5 – all non-conformances 24
9.3 Estimation of DPMO 24
9.3.1 General 24
9.3.2 DPMO reporting 24
9.4 DPMO calculations 25

9.4.1 General 25
9.4.2 Sampling requirements 25
10 Use of sampling plans 25
10.1 General 25
10.2 Grouping of tests 25
10.3 Categorization 26
10.4 In-process testing and control 26
10.5 Indirect measuring methods 27
Annex A (informative) Example of consensus sampling plan for three levels of conformance to requirements of IEC 62326-4 multilayer printed boards 28
Annex B (informative) Example of consensus sampling plan 49
Annex C (informative) Operating characteristics curves and values 52
Bibliography 60

Figure 1 – Typical OC curve for $c \geq 0$ plan 13
Figure 2 – OC curve comparisons between $c \geq 0$ and $c = 0$ plans 14
Figure 3 – Systematic path for implementing process control 19
Figure 4 – Non-conforming attributes with specification requirements 22
Figure C.1 – Lot size 2 to 8 53
Figure C.2 – Lot size 9 to 15 53
Figure C.3 – Lot size 16 to 25 54
Figure C.4 – Lot size 26 to 50 54
Figure C.5 – Lot size 51 to 90 55
Figure C.6 – Lot size 91 to 150 55
Figure C.7 – Lot size 151 to 280 56
Figure C.8 – Lot size 281 to 500 56
Figure C.9 – Lot size 501 to 1 200 57
Figure C.10 – Lot size 1 201 to 3 200 57
Figure C.11 – Lot size 3 201 to 10 000 58
Figure C.12 – Lot size 10 001 to 35 000 58
Figure C.13 – Lot size 35 000 to 150 000 59
Figure C.14 – Lot size 150 001 to 500 000 59

Table 1 – Inspection plan comparison 14
Table 2 – Risk management index values (Associated AQ Limits) 15
Table 3 – Sample size selection guideline 16
Table 4 – Worst-case use environments 17
Table 5 – General sample plan criteria per industry markets/technology sectors 21
Table 6 – Process control 27
Table A.1 – Performance requirements 28
Table B.1 – Guideline for qualification and conformance inspection 50
Table C.1 – Lot sizes 52
Table C.2 – Small lot characteristics 52

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

QUALITY ASSESSMENT SYSTEMS –

Part 3: Selection and use of sampling plans for printed board and laminate end-product and in-process auditing

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61193-3 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

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

FDIS	Report on voting
91/1061/FDIS	91/1080/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61193 series, under the general title *Quality assessment systems,* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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

INTRODUCTION

A clear description in IEC standards and specifications and their reference to sampling plans in order to insure adherence to customer requirements is essential. All the details should be clear as to their implementation or adjustment for evaluation of the product to be shipped, the use of process control and SPC, or the applicability for using these principles in controlled experimentation. The general characteristics of these principles relate to a gradual reduction that might be needed in examining the product being manufactured. As such, they are sometimes referred to as the logical steps to process improvement. These steps are as follows.

a) STATISTICAL SAMPLING: where, when, and why

   - To determine a proper amount of examples from a given lot of product and using statistics to evaluate the occurrence of anomalies.

b) ZERO DEFECT STANDARDS: role of specifications

   - To adopt the role of attempting to achieve no defects in a production lot through the recommendations identified in standards or specifications that define the product requirements.

c) ECONOMICS: AQL versus cost of defects

   - To establishing the highest level of non-conforming product characteristics, determining the cost that is incurred when these are discovered or delivered accidentally to the customer (cost of quality) and establishing an acceptable quality assessment methodology in order to reduce these occurrences.

d) SPC REDUCED INSPECTION: rules for use and control

   - To create a process control program that is based on reject criteria, followed by controlled experimentation to improve the process and then using statistical analysis in order to determine that the process improvement has reduced the occurrences of these reject criteria.

The explosion of the electronics industry has led to a situation where the design of the printed board mounting structure or the material used to produce the product is so complex, that the quality level of these items delivered with known failures are no longer acceptable. The acceptable number of non-conforming products should be directed toward approaching zero in producer-customer contracts.

This has led to the development of new methods of quality assurance like the application of Statistical Process Control (SPC). The low number of permitted non-conforming product according to the AQL tables caused many to resort to 100 % testing or inspection.

At the same time the quality thinking has developed so that the idea to accept failures has become impossible, and the use of the AQL tables in the traditional way has been diminishing very rapidly.

QUALITY ASSESSMENT SYSTEMS –

Part 3: Selection and use of sampling plans for printed board and laminate end-product and in-process auditing

1 Scope

This part of IEC 61193 establishes sampling plans for inspection by attributes, including sample plan selection criteria and implementation procedures for printed board and laminate end-product and in-process auditing. The principles established herein permit the use of different sampling plans that may be applied to an individual attribute or set of attributes, according to classification of importance with regard to form, fit and function.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 62326-4:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification*

ISO 9000:2005, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14560:2004, *Acceptance sampling procedures by attributes – Specified quality levels in non-conforming items per million*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 66
INTRODUCTION 68
1 Domaine d'application 69
2 Références normatives 69
3 Termes et définitions 69
4 Méthodologies d'échantillonnage 71
4.1 Généralités 71
4.2 Plans d'échantillonnage par attribut 72
4.2.1 Généralités 72
4.2.2 Echantillonnage continu 72
4.2.3 Attributs des lots de production 72
4.2.4 Variables des lots de production 73
4.3 Plans d'échantillonnage non-statistiques 73
4.4 Définition des plans $c = 0$ 74
5 Classification des attributs 80
5.1 Généralités 80
5.2 Attribution de classification 80
5.3 Classification et ajustement des critères de plans d'échantillonnage 81
5.4 Contrôle de processus 81
6 Evaluation d'indicateur d'écart de processus (PDI, *Process Deviation Indicator*) et défauts 82
6.1 Généralités 82
6.2 Contrôle de processus et exigences d'amélioration de processus 82
7 Plans de contrôle 83
7.1 Généralités 83
7.2 Plans d'échantillonnage basés sur le critère d'acceptation égal à zéro 83
7.3 Autorité responsable 84
7.4 Application 84
7.5 Spécification du plan d'échantillonnage 84
7.6 Soumission de produit 85
8 Classification des défauts 87
8.1 Généralités 87
8.2 Données sur les spécifications particulières des clients 87
9 Pourcentage de défectueux par million d'opportunités 87
9.1 Généralités 87
9.2 Classes de DPMO 88
9.2.1 Généralités 88
9.2.2 DPMO-1 – Non-conformités fonctionnelles seulement 88
9.2.3 DPMO-2 – Non-conformités électriques 88
9.2.4 DPMO-3 – Non-conformités visuelles/mécaniques 88
9.2.5 DPMO-4 – Non-conformités hermétiques 88
9.2.6 DPMO-5 – Toutes les non-conformités 88
9.3 Estimation de DPMO 88
9.3.1 Généralités 88
9.3.2 Rapport de DPMO 89
9.4 Calculs de DPMO 89

9.4.1 Généralités 89
9.4.2 Exigences d'échantillonnage 89
10 Utilisation des plans d'échantillonnage 90
10.1 Généralités 90
10.2 Groupement des essais 90
10.3 Catégorisation 90
10.4 Contrôles et essais en cours de fabrication 90
10.5 Méthodes de mesure indirectes 91
Annexe A (informative) Exemple de plan d'échantillonnage consensuel pour trois niveaux de conformité aux exigences de la CEI 62326-4 Cartes imprimées multicouches 93
Annexe B (informative) Exemple de plan d'échantillonnage consensuel 123
Annexe C (informative) Valeurs et courbes d'efficacité 126
Bibliographie 134

Figure 1 – Courbe OC typique pour un plan $c \geq 0$ 75
Figure 2 – Comparaison de la courbe OC d'un plan $c \geq 0$ et de la courbe OC d'un plan $c = 0$ 76
Figure 3 – Diagramme systématique pour mise en œuvre du contrôle de processus 83
Figure 4 – Attributs non conformes aux exigences de spécification 86
Figure C.1 – Effectif du lot 2 à 8 127
Figure C.2 – Effectif du lot 9 à 15 127
Figure C.3 – Effectif du lot 16 à 25 128
Figure C.4 – Effectif du lot 26 à 50 128
Figure C.5 – Effectif du lot 51 à 90 129
Figure C.6 – Effectif du lot 91 à 150 129
Figure C.7 – Effectif du lot 151 à 280 130
Figure C.8 – Effectif du lot 281 à 500 130
Figure C.9 – Effectif du lot 501 à 1200 131
Figure C.10 – Effectif du lot 1 201 à 3 200 131
Figure C.11 – Effectif du lot 3 201 à 10 000 132
Figure C.12 – Effectif du lot 10 001 à 35 000 132
Figure C.13 – Effectif du lot 35 000 à 150 000 133
Figure C.14 – Effectif du lot 150 001 à 500 000 133

Tableau 1 – Comparaison de plans de contrôle 76
Tableau 2 – Valeurs d'indice de gestion des risques (Limites de Qualité Acceptable correspondantes) 78
Tableau 3 – Guide sur la sélection de l'effectif de l'échantillon 79
Tableau 4 – Environnements d'utilisation les plus défavorables 80
Tableau 5 – Critères généraux de plan d'échantillonnage par secteurs industriels/technologiques 85
Tableau 6 – Contrôle de processus 91
Tableau A.1 – Exigences de performances 93
Tableau B.1 – Lignes directrices pour le contrôle de qualification et de conformité 124
Tableau C.1 – Effectif de lots 126
Tableau C.2 – Caractéristiques des petits lots 126

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SYSTÈME D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

Partie 3: Choix et utilisation de plans d'échantillonnage pour cartes imprimées et produits finis stratifiés et audits en cours de fabrication

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61193-3 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1061/FDIS	91/1080/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61193, publiées sous le titre général *Système d'assurance de la qualité,* peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

INTRODUCTION

Il est essentiel que les normes et spécifications de la CEI et leurs références aux des plans d'échantillonnage afin d'assurer que les exigences des clients soient satisfaites. Il convient que les informations portant sur leur mise en œuvre ou leur ajustement pour l'évaluation d'un produit à expédier, sur l'utilisation d'un contrôle de processus et d'un contrôle du processus statistique (SPC: *Statistical Process Control*) ou sur les conditions d'application de ces principes à une expérimentation contrôlée soient claires. Les caractéristiques générales de ces principes sont liés à une réduction progressive de l'examen du produit fabriqué qui peut être nécessaire. Ainsi, il est parfois fait référence aux étapes logiques pour procéder à des améliorations. Ces étapes sont les suivantes.

a) L'ÉCHANTILLONNAGE STATISTIQUE: où, quand et comment

   - Détermine une quantité appropriée d'échantillons issus d'un lot de produits donné et utilise les statistiques pour évaluer l'occurrence des anomalies.

b) LES NORMES ZÉRO DÉFAUT: le rôle des spécifications

   - Adopter la démarche de vouloir atteindre une production de lot sans aucun défaut grâce aux recommandations identifiées dans les normes ou les spécifications et définissant les exigences relatives au produit.

c) L'ÉCONOMIE: le niveau de qualité acceptable (NQA) contre coût des défauts

   - Etablir le plus haut degré de caractéristiques de produits non conformes, déterminer le coût qui en découle lorsqu'un produit non conforme est découvert ou est livré accidentellement au client (coût de qualité) et établir une méthodologie d'assurance de la qualité acceptable afin de réduire ces occurrences.

d) LE CONTRÔLE REDUIT DU SPC: les règles d'utilisation et de contrôle

   - Créer un programme de procédure de contrôle basé sur des critères de rejet, suivi d'une expérimentation de contrôle pour améliorer la procédure, puis réaliser une analyse statistique afin de déterminer si la procédure d'amélioration a réduit les occurrences des critères de rejet.

L'explosion du développement de l'industrie de l'électronique a entraîné une situation dans laquelle la conception des structures de montage des circuits imprimés ou des matériaux utilisés pour produire un produit est si complexe qu'un niveau de qualité dans lequel les éléments livrés comportent des défauts connus n'est plus acceptable. Il convient que le nombre acceptable de produits non conformes s'approche de zéro dans les contrats entre producteurs et clients.

Ceci est à l'origine du développement de nouvelles méthodes d'assurance de la qualité comme l'application du contrôle de processus statistique (SPC, *Statistical Process Control*). Le faible nombre de produits non conformes autorisé conformément aux tableaux de niveau de qualité acceptable (NQA) entraine le recours à un essai ou à un contrôle à 100 %.

En même temps, l'évolution de la politique de la qualité a rendu impossible d'accepter des défauts et a fait rapidement diminuer l'utilisation traditionnelle des tableaux NQA.

SYSTÈME D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

Partie 3: Choix et utilisation de plans d'échantillonnage pour cartes imprimées et produits finis stratifiés et audits en cours de fabrication

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61193 établit des plans d'échantillonnage pour le contrôle par attributs, incluant des critères de sélection de plans d'échantillonnage et des procédures de mise en œuvre pour les cartes imprimées et les produits finis stratifiés et des audits en cours de fabrication. Les principes établis ici permettent d'utiliser différents plans d'échantillonnage qui peuvent être appliqués à un seul attribut ou à un ensemble d'attributs, selon une classification sur l'importance portant sur la forme, le caractère adapté et la fonction.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions* (disponible en anglais seulement)

CEI 62326-4:1996, *Cartes imprimées – Partie 4: Cartes imprimées multicouches rigides avec connexions intercouches – Spécifications intermédiaires*

ISO 9000:2005, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 14560:2004, *Règles d'échantillonnage par attributs en vue d'acceptation – Niveaux spécifiés de qualité en termes d'individus non conformes pour un million d'individus*