



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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.**

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, <i>Process Deviation Indicator</i>) 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) entraîne 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*