

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

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
CODE PRIX

XB

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

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*

3 Terms and definitions

For purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194:2006, ISO 9000:2005 and the following apply.

3.1

attribute

aspect or characteristic of a unit of a defined product in terms of actual requirement and allowable deviation

Note 1 to entry: An actual requirement signifies the following:

- a requirement that is stated as a measurement with an allowable more and/or less deviation;
- a requirement stated as an absolute desired condition with allowable anomalies;
- a requirement stated as an absolute without exception (go/ no-go).

3.1.1

critical attribute

attribute where a defect, that judgment and experience indicate, is likely to result in hazardous or unsafe conditions for individuals using, maintaining, or depending upon the product; or where a defect is likely to prevent performance or function of a major end item such as a ship, aircraft, computer, medical equipment, or telecommunication satellite

3.1.2

major attribute

attribute where a defect, other than critical, is likely to result in failure, or where a defect reduces the usability of the unit of a product for its intended purpose

3.1.3

minor attribute

attribute where a defect is not likely to reduce materially the usability of the unit of product for its intended purpose, or where a defect is a deviation from established standards having little bearing on the effective use or operation of the unit

3.2

acceptable quality level

DEPRECATED: AQL

maximum percent of defects that can be tolerated as a risk, stated for the purposes of sampling inspection

Note 1 to entry: Sample inspection with associated risk tolerance is employed only where all units of a product within an inspection lot is expected to completely conform to the specification requirements.

Note 2 to entry: See 3.3.

3.3

acceptance quality limit

lower than perfect quality level

Note 1 to entry: Revised term for AQL.

Note 2 to entry: The term is used to indicate a certain degree of risk in that some products may have non-conforming characteristics. However, they do not impact the final performance. These decisions are based on customer/supplier agreements.

Note 3 to entry: The use of the abbreviation AQL to mean “acceptable quality level” (refer to 3.2) is no longer recommended.

3.4

defective

unit of product that contains one or more defects

3.4.1

critical defective

unit of product that contains one or more defects of critical attributes, and that may also contain defects of major or minor attributes

3.4.2

major defective

unit of product that contains one or more defects of major attributes, and may also contain defects of minor attributes, but contains no defects of critical attributes

3.4.3

minor defective

unit of product that contains one or more defects of minor attributes, but contains no defects of major or critical attributes

3.5

inspection

process of measuring, examining, testing, or otherwise comparing the unit of product with the specified requirements

3.5.1**inspection by attributes**

inspection of individual attributes (aspects or characteristics) of the unit of product per specified requirements, procedures, and/or instructions

3.5.2**inspection lot**

collection of product units that are identified and treated as a unique entity from which a sample is drawn and inspected in order to determine conformance with acceptability criteria

3.5.3**inspection rate**

number of features per unit of time that can be evaluated at specified false-alarm and escape-rate settings

3.6**risk management factor****RMF**

maximum tolerable percentage of possible defects within a lot (group) of units, based on approximately 95 % confidence level

3.7**shipment-ready product**

product shipped to the customer without having to meet any further acceptance criteria

3.8**unit of product**

item(s) being inspected in order to determine conformance to specific requirements

Note 1 to entry: These requirements consist of the following:

- a single article, a pair, a set, a length, an area, an operation, a volume, a component of an end product, or the end product itself;
- may or may not be the same as the unit of purchase, supply, production or shipment.

4 Sampling methodologies**4.1 General**

There is a considerable number of ISO standards on acceptance sampling (see Annex D for details). However, most of these standards contain plans that allow a lot to be accepted even when the sample from the lot contains one or more non-conforming items, although there are some exceptions (ISO 18414 and ISO 21247).

The zero acceptance number plans ($c = 0$) were originally designed and used to provide equal or greater consumer protection with less inspection than that required by corresponding sampling plans. The $c = 0$ plans are simple to use and administer since there is greater emphasis on zero defects and product liability prevention. The concepts stated herein provide a set of attribute plans for product lot inspection. The acceptance number in all cases is zero. This means that for some level of protection, a sample size is selected and if one or more non-conforming attributes are present, the lot will be withheld.

The terminology "withhold the lot" does not necessarily mean rejection. A lot is not automatically accepted or rejected if one or more non-conformances are found. It is only accepted if zero non-conformances are found in the sample.

Withholding the lot obliges engineering/management personnel to review the results and to withdraw the lot depending on the seriousness of the case. This relates to whether the attribute

was critical, major, or minor, or whether identifying the non-conformance to the requirements was defined as a critical, major, or minor defect.

The word "defective" is commonly used in quality control to describe a part, component, item, or any other unit of product that contains one or more defects. The word "defect" is commonly used to describe a particular non-conforming characteristic on a unit of product.

4.2 Attribute sampling plans

4.2.1 General

The following subclauses provide an overview of lot size description attribute plans while relating them to other plans. Two broad categories of sampling exist and these are

- a) continuous;
- b) production lot.

4.2.2 Continuous sampling

Continuous sampling is often used when product units are submitted one at a time. This can apply to production processes where a product moves through various steps. Product moving along a conveyor can also be thought of as being a candidate for continuous sampling. Industry has moved away from inspecting quality at the end of the line; thus, in-process inspection or sampling is a way in which many companies maintain statistical process controls.

The continuous sampling plan may call for frequency checks, i.e. one unit out of five. Even if the products are good, this frequency check is maintained. If, however, a unit is non-conforming, 100 % inspection is reverted to until the specified number of consecutive conforming products result. At that point, the process returns to frequency inspection.

As an example, a quality decision for continuous sampling would be to examine five samples, within a particular hour, out of a total of thirty products passing through a process. Based on the characteristics being inspected (i.e., solder bridging on a particular part) nothing is observed in a certain number of hours, the time can be increased without changing the sample size. At this point, the sample taken represents a larger portion of an amount of products being processed. The samples are then monitored for a longer period of time before reducing to fewer samples again, or to increase the allotted time in which the samples are randomly selected.

4.2.3 Production lot attributes

Production lot size descriptions involve units of products that are presented in a group, batch, or lot for inspection, as opposed to being presented one at a time. In these cases, a sample of a specified quantity is drawn and compared with some acceptance criteria. In the past, sampling plans allowed a certain quantity of defectives in the sample; the $c = 0$ plan does not. In $c = 0$ plan, the attributes evaluated either conform or do not conform. Go/no go type gauges are often used in attribute plans.

4.2.4 Production lot variables

Another production lot sampling procedure involves the analysis of measured characteristics where the attributes vary with respect to their requirements. Variable sampling compared with attribute sampling essentially involves the inspection of a smaller sample size to obtain the same protection afforded by an attribute plan. The economics of these smaller sample sizes, however, are quite often offset by the calculation involved and the need to obtain and record measurements. In addition, the essential difference between variables and attributes sampling is not the relative sample sizes, but that variables sampling is based on measurements whereas attributes sampling is based on classifications.

Where variables' data is required from an inspection operation, variables' plans shall definitely be considered. The use of variable plans is necessary when the distribution of the variable data can significantly improve the process. It may also be important to establish an upper and lower characteristic so that the customer is aware of the changes that might be necessary to bring the two limits closer together in a manner that meets the customers' requirement (target). By the manufacturer retaining the records regarding meeting the target value of a particular requirement, the data can indicate when the process is starting to become out-of-control due to the distribution of measurements within the specified upper and lower acceptance limit. In variables' production lot sampling, the information is collected primarily to help assure the manufacturing of acceptable products by indicating the distance from the target that the lot inspection provides.

4.3 Non-statistical sampling plans

There are cases where zero defects can visually be assured, although the sample size cannot logically be defined in terms of statistical risks. Such sample sizes are generally exceptionally low for the more important attributes and, therefore, knowledge of the process and the control factors is essential. The drilling of printed circuit boards might use first article inspection as a methodology to determine that the automated tools creating the number of holes in the board meet the criteria of the requirements. No further inspection of the product is carried out. However, to ensure that the production process is still under control, a sampling may be made regarding the number of uses of a drill, any changes in speed or feed characteristics, or other features of the automated process that might impact the quality that was approved by the first article.

In order to avoid any confusion in justifying such sample sizes on inspection plans, specific notations should be used to avoid any tie-in with statistical risks. The reason for such a selection should be noted, either directly in the plan or in the quality engineering standards.

An example might be a sampling operation where just the first and last item from a lot, are inspected dimensionally. This is also accomplished where the first and last time a drill bit is used, it is drilled into an inspection coupon. This permits the first and last characteristics of the drilled hole to be examined and determined that all holes drilled in between are of a good quality. Another example might be evaluating a number of products during a particular time sequence. If the products are different, the technique can be normalized by evaluating the amount of unit area being processed along a conveyor over a particular time. In this case, a variety of products can be measured and evaluated. The system then would be judged in or out of control, depending on non-conformance per unit area over specific time sequences.

The higher index values in the $c = 0$ plans are also used where favourable process control has been demonstrated and just an audit is required. Although the statistical risks seem high, the risks from a practical standpoint would be exceptionally low.

4.4 Defining $c = 0$ plans

There are many plans that have used the $c \geq 0$ concepts. These plans are acceptable quality level (AQL) oriented. Essentially, the AQL is a specified percent that is considered to be good quality. In any sampling plan, an operating characteristic curve can be generated to define the risk of accepting lots with varying degrees of percent non-conforming or defective. These plans went out of favour in the late 1980's, due to the misunderstanding that it was good practice to release shipment-ready products with known, non-conforming attributes.

When the AQL concept is used, a high probability of acceptance associated with the AQL percentage exists. Normally, this is in the order of a 0,90 to 0,98 probability of acceptance level. The risk of rejecting this AQL percentage is in the order of 0,10 to 0,02 probability level. This rejection risk is called the "producer's risk."

The assumptions in employing the AQL concept, is that some agreement has been reached between the producer and the consumer. Although the term 'quality' is implied by the initials AQL, selecting this method is the worst tolerable quality level, since non-conforming products

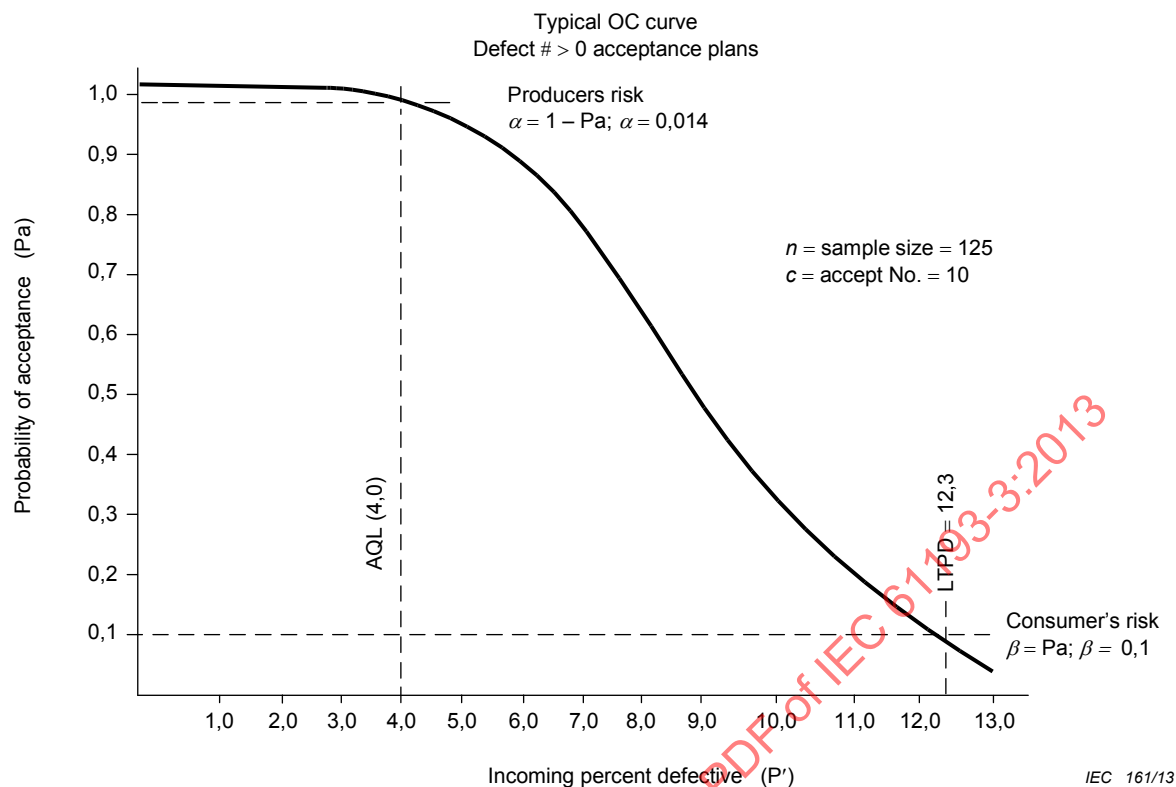
may be found in the sample size and yet the production lot is still delivered to the customer, see Table 1. Since sampling is used, the producer assumes a risk of having a lot rejected, although the actual percentage defective in the lot is equal to or less than specified in the AQL.

It is also important that a clear distinction be made by either the customer or the requirements of the specification regarding the characteristics of the non-conforming attribute. Many printed board or laminate standards identify some characteristics as a process indicator and allow these to be delivered since they do not impact the performance of the product. The sampling plan, therefore, allows a lower inspection number and uses the occurrences of the process indicators as something that needs to be improved. Scratches on copper conductors are an example of such an indicator. Other attributes are defined as defects since they do impact performance and, therefore, impact the entire production line.

If no prior AQL agreement exists, and sampling is to be performed simply because 100 % inspection is impractical, then over-inspection is usually the result. Also, when 100 % sampling is impractical, the producer is encouraged to inspect a small number of units of product on less critical attributes. To illustrate the concept, if the $c \geq 0$ plan were used, a 1,0 % AQL might be used for critical attributes and a 4,0 % AQL might be used for major attributes. The technique for sample selection under an Acceptable Quality Limit would correlate to a $c = 0$ plan which would allow no non-conforming product in the sample size.

It is a statistical fact that zero accept number ($c = 0$) plans provide equivalent statistical assurance than do plans associated with defect acceptance ($c \geq 0$). This can be verified by examining the operating characteristics (OC) curves, which should normally be provided with sampling plans. Figure 1 shows a typical OC curve from a $c \geq 0$ plan. There is a probability scale on the Y-axis and an incoming defective possibility scale on the X-axis. The curve is generated through probability calculations based on a sample size of 125 with an acceptable number of 10. Also shown is the producer's risk, which is a risk of rejecting a good lot of product and the associated consumer's risk, which is the risk of accepting a bad lot of product.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 61193-3:2013



NOTE 1 Values come from Poisson distribution analysis (α is 0,013 7 by Poisson distribution and is 0,011 9 by binomial distribution; β is 0,101 3 by Poisson distribution and is 0,086 8 by binomial distribution.)

NOTE 2 For typical OC curve refer to ISO 2859-1.

Figure 1 – Typical OC curve for $c \geq 0$ plan

In addition to the AQL and producer's risk, there is a parameter called the lot tolerance percent defectives (LTPD). This LTPD is considered poor quality, and is sometimes identified as consumer's risk quality. Several sampling plans can have OC curves pass through the same AQL/producer's risk point. For each of these plans, however, there will be a different LTPD at some constant probability of acceptance level. This probability of acceptance level corresponding to the LTPD is usually low with a 0,10 being widely accepted. This probability level is called the "consumer's risk".

The user of sampling plans shall select the plan that will provide reasonably good protection against accepting lots with percent defectives not a lot greater than the AQL. With the AQL/producer's risk point fixed, the closer the LTPD gets to the AQL, the larger the sample size and the acceptance number becomes. Figure 2 is a comparison of the $c \geq 0$ OC curve and an equivalent OC curve from the zero defect $c = 0$ plan. This example illustrates that the $c = 0$ curve with a small sample of 18 and an accept number of 0 is equivalent or better than the $c = 0$ plan with a relatively large sample of 125 and an acceptance number of 10. The producer's risk probability may be greater at certain levels with the $c = 0$ plan.

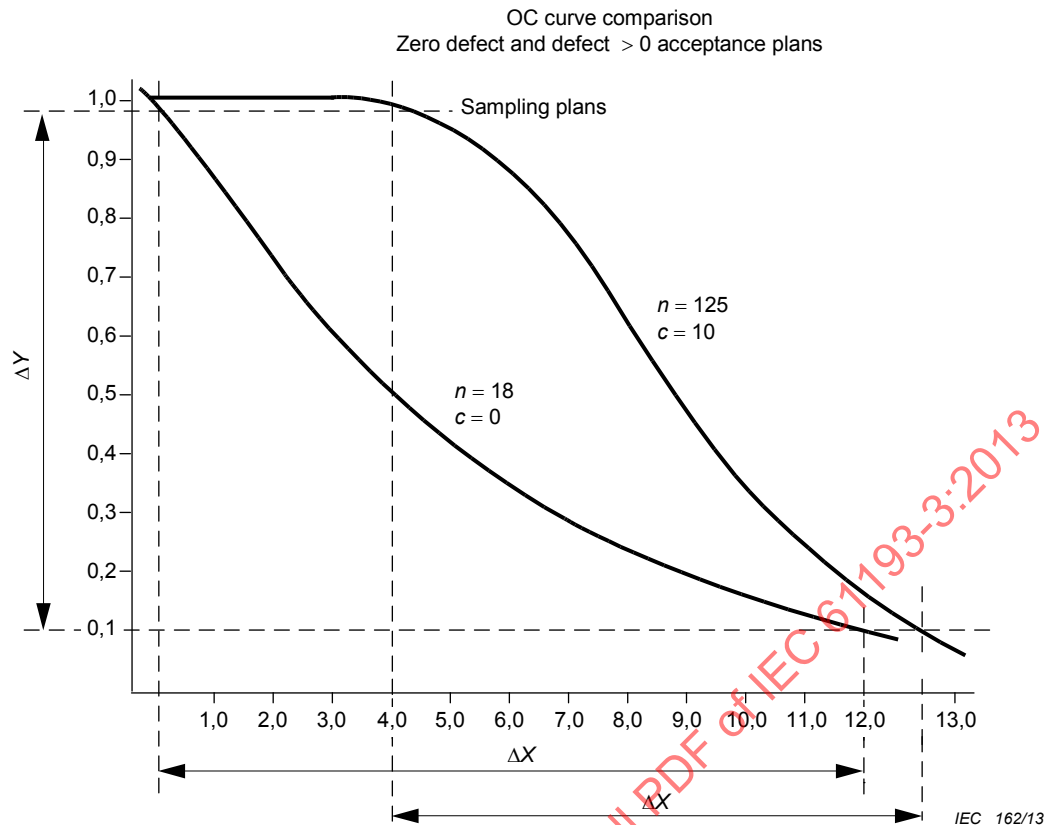


Figure 2 – OC curve comparisons between $c \geq 0$ and $c = 0$ plans

What industry has tended to do, is to measure output, determine yields, and then resign to an acceptable level of defectives based on the information. These systems usually AQL-based, remove incentives to review the validity of specifications, investigate defect causes, or to improve overall product quality.

Table 1 shows a comparison of a set of $c = 0$ plans with previous plans of $c \geq 0$.

Table 1 – Inspection plan comparison

$c \geq 0$ Plan	AQL	Sample size	Accept No.
	1,0 %	125	3
	4,0 %	125	10
$c = 0$ Plan	Associated AQL	Sample size	Accept No.
	1,0 %	42	0
	4,0 %	18	0

The $c = 0$ plan provides equal to or greater LTPD protection at the 0,10 "consumer's risk" level. There is also less inspection performed on less critical characteristics or attributes.

All of the $c = 0$ characteristics are shown in Table 2. They are "associated" with the AQL's of the $c \geq 0$ plans (AQ level) by using the same percent probability columns to evaluate the number of samples to be taken. In the $c = 0$ AQ limit plans, the plans provide equal protection to the consumer. The method of developing the plans provides for simple conversion from past practices to the $c = 0$ plans. The table labels these associated AQ Limits as "risk management index values" because they are not AQ levels. They are an indication of the probability of some occurrences of non-conforming products in the production lot, even though the sample size does not show these anomalies.

Table 2 – Risk management index values (Associated AQ Limits)

Lot size	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	Sample size															
2 – 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2
9 – 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16 – 25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	2
26 – 50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	3	3
51 – 90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91 – 150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151 – 280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	19	13	10	7	6
281 – 500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501 – 1 200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1 201 – 3 200	1 250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3 201 – 10 000	1 250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10 001 – 35 000	1 250	800	500	315	300	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35 001 – 150 000	1 250	800	500	490	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150 001 – 500 000	1 250	800	750	715	476	345	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500 001 and over	1 250	1 200	1 112	715	556	435	303	244	189	143	102	64	40	29	15	9

Remarks:

a) The symbol * indicates "inspect the entire lot".

b) If the lot size is smaller than the sample size, the entire lot should be inspected.

c) If samples contain no defects, the entire lot is accepted; if the sample contains one or more defects, the entire lot is rejected.

Because of the zero accept number, the idea of combining lots under the $c = 0$ plans may arise because of the zero accept number. Aside from experience, which has shown that, in fact, considerable savings can be derived, one should consider the following:

- if the quality is very bad, acceptance numbers greater than zero will not be of much help;
- to allow acceptance numbers greater than zero in the plan, one is in effect authorizing an inspector to accept parts which may not be usable;
- the zero acceptance number forces a review of any defectives by quality assurance personnel in order to enable proper withdrawal of the defectives;
- if zero defects are to be achieved, it should be obvious that defectives should not knowingly allowed to be shipped.

The $c = 0$ plans were essentially designed to be equal or greater in consumer and average outgoing quality limit protection. Within a particular column of the details shown in Table 2 representing the index value, the operating characteristic curves actually differ for the most part between $c = 0$ and $c \geq 0$ plans, especially as the lot size increases. The reason for this common feature, in addition to satisfying the statistical relationship, is that it is generally considered more practical to obtain greater protection on larger lot sizes. Table 3 provides guidance to selection of sample sizes and comes from the standards developed for printed circuit board and laminate characteristic requirements. Table A.1 of Annex A provides a consensus sampling plan from IEC 62326-4 that identifies the different product characteristics, the number of samples that should be taken for performance levels A, B, and C, and the risk management index value to be used from Table 2.

Table 3 – Sample size selection guideline

Attributes	Defects		
	Critical	Major	Minor
Critical	0,1	1,0	2,5
Major	1,0	2,5	4,0
Minor	2,5	4,0	6,5

The use of constant sample sizes often results in a combination of over-inspection and under-inspection. For a broad range of lot sizes in general, however, in order to develop an inspection strategy, an evaluation should be made as to the attribute classification (critical, major, minor). This listing of comparisons should identify the risk management index value shown in the Table 2 and should allow the $c = 0$ plans to be used when

- manufactured parts are expected to completely conform to specification requirements,
- less inspection is desired on less critical characteristics,
- sampling is performed because 100 % inspection on all attributes of all units of products is impractical,
- inspections are not allowed to knowingly accept non-conforming products,
- auditing is required for assurance of process validation, potential transit damage, certification of suppliers, or inventory verification.

5 Classification of attributes

5.1 General

Attributes are classified as part of the process for selection of sampling plans applied to individual and/or grouped attributes for inspection.

5.2 Classification assignment

Classification of individual attributes associated with specified requirements is assigned according to importance or seriousness. Any failure to conform to the ultimate form, fit, function, and intended use of the product unit is usually understood as being non-conforming to the requirements. Attributes are classified as one of the following:

- a) critical;
- b) major;
- c) minor.

The market segment, or intended end use of a product unit will influence the attribute classification. Example: an identical attribute which may be considered as “critical” in the aircraft market segment may be considered “major” or even “minor” in the consumer market segment.

Table 4 shows basic “End use environments” as an aid for attribute classification.

Table 4 – Worst-case use environments

Use category	Temperature ranges			t_b h	Cycles/ year	Typical years of service	Approximate accept- acceptance failure risk %
	T_{min} °C	T_{max} °C	ΔT^b °C				
1) Consumer	0	+60	35	12	365	1 to 3	1
2) Computers	+15	+60	20	2	1 460	5	0,1
3) Telecom	–40	+85	35	12	365	7 to 20	0,01
4) Commercial aircraft	–55	+95	20	12	365	20	0,001
5) Industrial Automotive passenger compartment	–55	+95	20 & 40 & 60 & 80	12 12 12 12	185 100 60 20	10	0,1
6) Military Ground & ^a ship	–55	+95	40 & 60	12 12	100 265	10	0,1
7) Space leo Geo	–55	+95	3 to 100	1 12	8 760 365	5 to 30	0,001
8) Military Avionics	–55	+95	40 60 80 & 20	2 2 2 1	365 365 365 365	10	0,01
a							
b							
c							
9) Automotive Under Hood	–55	+125	60 & 100 & 140	1 1 2	100 300 40	5	0,1

a & = in addition.

b ΔT represents the maximum temperature swing, but does not include power dissipation effects.

Sometimes the contractual agreements between consumer and producer indicate performance acceptance to an approved standard. IEC 62326-4 is an example of a standard that uses $c = 0$ sampling plans. This standard specifies performance requirements in a table for multilayer printed boards used in electronic equipment.

Table 1 in IEC 62326-4 has established the sampling criteria for each attribute or requirement stated in the standard. These are identified as a risk management factor (RMF) as opposed to the old AQL identifications. This was done to highlight the recommendation that certain sample sizes "based on the risk management factor" required that the number selected is sufficient to provide protection on critical attributes through using lower percentage non-conforming parts in the sample being evaluated (see Annex A).

Assignment of classification to individual attributes is the responsibility of the user/customer. Annex A shows an example of acceptance characteristics for three levels of product performance.

5.3 Classification and adjustment of sampling plan criteria

Selection of a sampling plan for an attribute should normally be based upon classification. However, manufacturing process and procedure variability which affects the conformance to the requirements of a particular attribute should be considered. If a known process once set-up, produces consistent results, piece-to-piece within a lot or batch with little to no variability, it is logical and cost effective to deviate from the strict implementation of a given sampling plan. In this situation it is possible to apply a non-statistical audit by selecting a lesser RMF sampling plan.

5.4 Process control

Sampling plan application for the electronics industry is best utilized by the assignment of separate sampling decisions based on the critical impact for each characteristic specified. For different product categories, plans are applied to such products as shown, but not limited to:

a) electronic components	IEC 61193-1
b) electromechanical parts	IEC 61193-1
c) mechanical parts	IEC 61193-1
d) product printed boards (printed circuits, printed wiring)	IEC 61193-3
e) component printed boards (printed circuits, printed wiring)	IEC 61193-2
f) hybrid circuits	IEC 61193-2
g) electronic single-chip modules	IEC 61193-2
h) electronic multi-chip modules	IEC 61193-2
i) electronic assemblies	IEC 61193-4 ¹
j) electronic backplanes	IEC 61193-3

The sampling risk levels would be applicable to the characteristics of units of a product category where the characteristics are critical to the reliability, customer satisfaction, or product liability potential. A more lenient plan can be applied to characteristics that are normally less critical to function or attributes that are identified as minor within a particular product category. In addition, the more lenient plans may also be appropriate where there is a known consistency of tooling and automatic processing.

¹ Under consideration.

6 Defects and process deviation indicator (PDI) evaluation

6.1 General

Many performance standards list typical defects that are unacceptable and require disposition, e.g., rework, repair. The manufacturer is responsible for identifying other areas of risk and treating those additional concerns. Such items should be documented on the assembly drawing. Other than the unacceptable defects listed, anomalies and variances from within 'acceptable' limits are considered as process deviation indicators and shall be monitored when their occurrence is observed. Usually, disposition of process deviations revealed by PDIs is not required.

6.2 Process control and process improvement requirements

As the industry matures, inspection at the end of the process is not acceptable to many customers. They require the use of process control methodologies in the implementation and evaluation of processes used to produce electrical and electronic assemblies. Subject to agreement by the user, the manufacturer/assembler may be exempted from performing specific quality conformance inspection. Thus, sampling by attributes is not a desirable technique even with $c = 0$ inspection plans, since the practice implies that quality of the product is inspected at completion of all the work. Nevertheless, this practice helps the systematic process control of the path as shown in Figure 3.

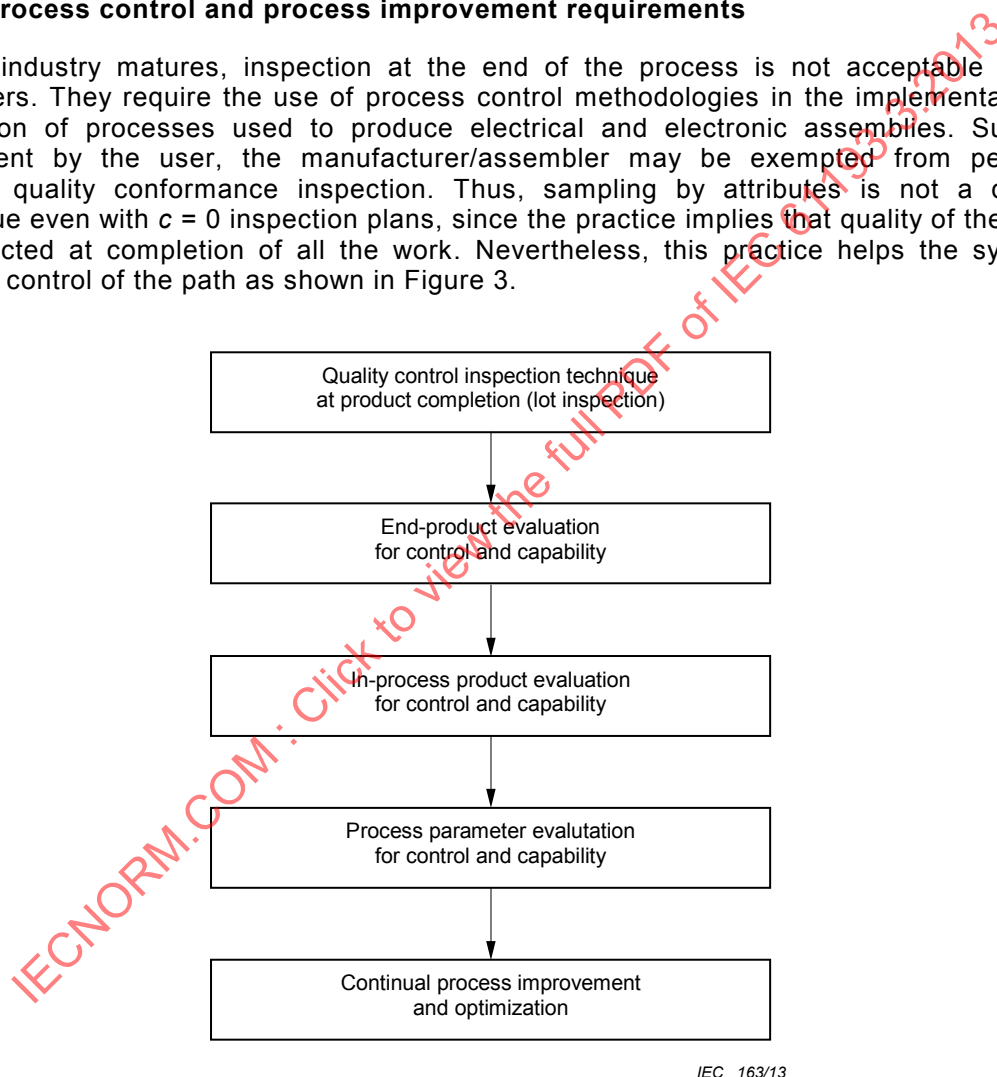


Figure 3 – Systematic path for implementing process control

7 Inspection plans

7.1 General

The following paragraphs define procedures for implementation and operation of inspection by attributes using $c = 0$ sampling plans.

7.2 Zero acceptance number-based sampling plans

There are still some areas, where the attribute sampling has its merits, for example:

- the producer of electronic components can control the occurrence of so called rogue lots (something totally wrong), by using sampling, and at the same time in the long run collect valuable information of the failures in his process and products. This information can also be used to calculate assessed process average (APA) figures, if they are needed;
- there are still some areas of failures, like some visual/mechanical failures in complicated electromechanical products, where AQLs in traditional form can be of use;
- in the qualification and periodical testing of the components a representative sample has to be selected, because all components cannot be tested.

It is possible to generate the acceptance/reject tables for attribute testing based on zero acceptance number. **It is very important that no matter what statistical levels are used, the acceptance number of failures shall be zero.** This has a strong psychological meaning, and it builds trust between the producer and the customer. This is true, although it has to be understood that the statistical probabilities to have failures are not different from zero and non-zero acceptance numbers, if the statistics used are the same.

The attribute testing can still be a viable tool in the quality assurance, when only the zero acceptance number of failures is used.

7.3 Responsible authority

When specified by a responsible authority, this standard shall be called up in the specification, contract, inspection instructions or other documents and the provisions set forth herein shall govern. The “responsible authority” shall be designated in one of the control documents listed. It should be noted that the responsible authority will normally be the customer.

7.4 Application

Sampling plans designated in this publication are applicable to, but not limited to, inspection of the following:

- a) end items;
- b) laminate materials;
- c) printed board structures.

These plans are to be used primarily for lots or batches that are generally known to have been produced or manufactured under consistent and/or continuous conditions, from a single origination, and are expected to completely conform to specification requirements. The plans may also be used for inspection of isolated lots or batches, but in this latter case, the user may wish to consult the operating characteristics curves to find a plan that will yield the desired protection. These plans should normally only be used for completed items, such as out-going (at the supplier) and/or in-coming (at the customer). However, the sampling plans may be used in audit situations such as stock audit for assurance or potential transit damage, or used as part of a supplier certification procedure.

Statistical process control (SPC) methods and procedures should be used during the production/manufacturing steps in process.

7.5 Sampling plan specification

Normally an RMF and associated sample plan is generally specified by the user/customer for attributes in each classification, as influenced by market segment and variability factors. There is also a high impact derived from the technology sector for products in each market segment or the environment in which the product shall perform.

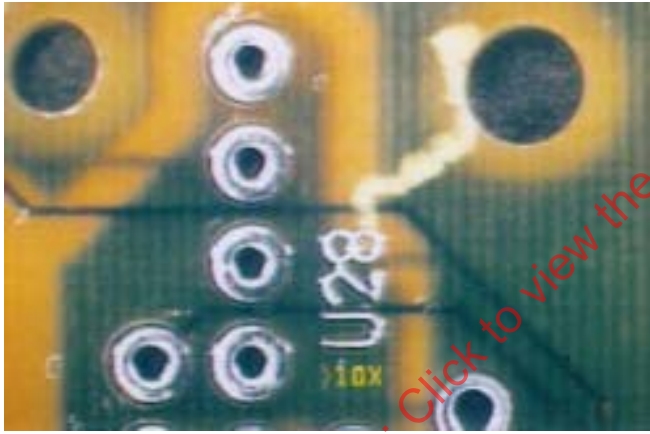
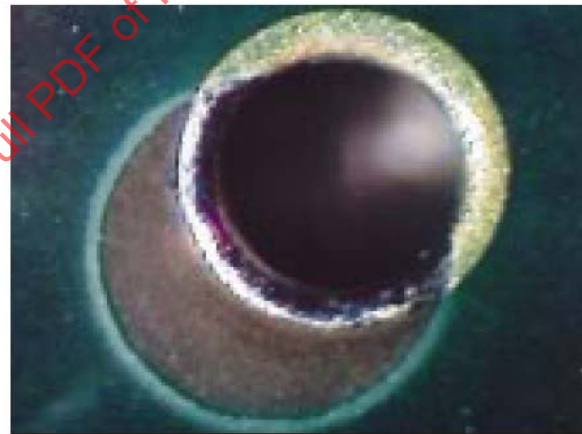
Table 5 is an example of how a user/customer might specify attribute sample plans for a particular market segment, for either internal or external contractual agreements. These are general categorizations and may be more stringent for critical attributes.

Table 5 – General sample plan criteria per industry markets/technology sectors

	High performance systems	Harsh environment systems	Handheld systems	Cost/performance sensitive	Low cost/high volume
Automotive	0,01	0,15	0,04	0,15	2,5
Military	0,01	0,15	0,04	0,25	2,5
Communication	0,015	0,025	0,065	0,25	4,0
Computer	0,025	0,4	0,10	0,25	4,0
Business	0,04	0,065	0,15	0,25	4,0
Instrumentation	0,065	0,10	0,15	0,40	6,5
Industrial	0,10	0,15	0,40	1,0	6,5
Consumer	0,40	0,65	2,5	6,5	10

7.6 Submission of product

Quality conformance evaluations are performed on products manufactured and intended to be delivered to the customer. When quality conformance evaluation is accomplished through sampling inspection techniques, sample size selection shall be taken from Table 2. For performance, the RMF for lot inspection is prescribed in the standard, customer specification, or derived from the example in Table 5. The lot inspection sample size prescribed is applicable, unless in-process controls have been established, with verifiable evidence of correlation to finished product requirements. For the purpose of the quality conformance inspection, products that are structurally similar may be aggregated into one inspection lot. Figure 4 shows some examples of different attributes that have been judged defective based on inspection criteria.

Non-conductive burrs	Board edges nicks
	
Foreign inclusions	Solder mask registration
	

IEC 164/13

Figure 4 – Non-conforming attributes with specification requirements

For a lot to be accepted, all test specimens of the sample shall conform to the requirements. If an inspection lot is rejected, the manufacturer may inspect 100 % of the lot and screen out the defective units for the defect(s) identified in the sample. The defective units may be reviewed and accepted by agreement between customer and manufacturer. To be accepted, the screened out inspection lot should be reinspected by selecting an additional sample in the sampling plan per the described RMF.

When lot inspection techniques are utilized for quality assessment, the manufacturer may reduce the sample size designated in Table 2 to the next less stringent RMF shown, as follows:

- five consecutive inspection lots, of similar size, have been accepted using the specified performance level and current assessment criteria;
- the time elapsed between the first and fifth inspection lots has been no longer than 12 months;
- the reduced assessment is applied to inspection lots of similar size or less;
- the certifying record shall indicate and verify changes in assessment levels.

This procedure can be undertaken twice, if the same criteria are met. Normal inspection shall be resumed if one inspection lot is rejected.

Lot inspections may be further reduced or discontinued, if process control techniques are established, with correlation to the finished product requirements.

Customers shall be made aware of the quality assessment procedures in operation, and shall be notified of reduced lot inspection or changes from lot inspection to in-process testing and control.

Annex A shows an example of the sampling requirements for multilayer boards; Annex B shows an example for the sampling and test method requirements for a copper clad laminate.

8 Classification of defects

8.1 General

An IEC standard will usually contain complete information on quality evaluation for any product to be fully compliant with the requirements for various performance levels. The sampling plan data shall specify the appropriate level of quality conformance inspection from Table 2, as well as the attributes (critical, major, minor), and defect characteristics (critical, major, minor).

Unless otherwise specified, specially designed test specimens may be used for carrying out tests for the lot inspection and the periodic inspection.

When specially designed test specimens are to be used, their description shall be included in the documentation. They may be based on the appropriate characteristics of the shipment-ready product. Consultation between manufacturer and customer is usually necessary.

8.2 Customers detail specification (CDS) data

A customer detail specification should also contain all information necessary to define the product clearly and completely. This includes the target acceptance conditions as well as what constitutes non-conformance.

Care shall be taken to avoid unnecessary requirements. Permissible deviations shall be stated where necessary and nominal values without tolerances or simple maxima or minima shall be given where sufficient. Where precise tolerances are necessary for certain products, they shall be applied and restricted to those products.

Lot 1 through lot m shall include all lots sampled from lot 1 through lot m .

9 Percent defectives per million opportunities

9.1 General

The objective of the defect per million opportunities (DPMOs) approach is to characterize the quality of shipment-ready lots of products. This assumes a uniform manufacturing process which has controls for eliminating non-representative lots.

Samples, which are drawn at random from the individual lots which comprise the population are assessed based on audits performed on shipment-ready products. See ISO 14560:2004.

The pass/fail result is used as final lot acceptance data. Lots/batches of products which fail acceptance inspection criteria are assumed to be either reprocessed 100 % with all non-conforming parts being removed from the lot/batch or the lot/batch is removed from consideration for shipment and discarded.

9.2 Classes of DPMO

9.2.1 General

Non-conformances shall be classified by the preparer of the IEC specification under one or more of the following classes (no device shall be counted more than once in any one of the five classes).

9.2.2 DPMO-1 – Functional non-conformances only

Those non-conforming devices which are inoperative.

9.2.3 DPMO-2 – Electrical non-conformances

Those devices non-conforming to specified parameters which define essential electrical characteristics of a product (includes DPMO-1 electrical).

9.2.4 DPMO-3 – Visual/mechanical non-conformances

Those devices non-conforming to specified parameters which define the essential visual/mechanical characteristics of a product (includes DPMO-1 visual/mechanical)

9.2.5 DPMO-4 – hermetic non-conformances

Those devices non-conforming to the hermetic requirements of a product (includes DPMO-1 hermetic).

9.2.6 DPMO-5 – all non-conformances

All devices non-conforming to any specification requirement of a product. This includes all of DPMO-2, DPMO-3, and DPMO-4, plus all other specification non-conformances.

9.3 Estimation of DPMO

9.3.1 General

Estimation of the non-conformance level in DPMO can be calculated using the assumption that attribute sample inspection is being conducted for a product which has completed all manufacturing processes to the criteria being reported. In addition, the manufacturing processes used to produce the product are maintained statistically in control.

Lots/batches of product which fail acceptance inspection are either reprocessed 100 % and all the non-conforming parts removed from the lots/batches or the lots/batches are removed from consideration for shipment and discarded.

All reprocessed lots/batches (second or other submissions) are segregated from non-sampled lots/batches. Data from these lots (i.e. other than first submission lots) will not be used in the compilation of DPMO.

9.3.2 DPMO reporting

For each DPMO value being reported, the manufacturer will specify what parameters were actually measured and used for that calculation. Non-conformities which are not related to parts, such as administrative errors, shall not be included in these calculations.

Since the plans are on a $c = 0$ basis, the sample size is based on the probability that some percentage (RMF) of non-conforming parts are included in the lot. The probable percentage number should be used in the calculation.

Data obtained from assumptions made on lots/batches that were not tested because of a skip lot sampling plan or a waiver of test requirements, cannot be used in any assessment of DPMO.

When products are manufactured at more than one location, data from these different locations may not be combined to form a composite DPMO value.

9.4 DPMO calculations

9.4.1 General

Estimation of the non-conformance level in DPMO is calculated as follows:

$$DPMO \# = \frac{0,7 + \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}}{\frac{\sum_{i=1}^m n_i}{m}} \times 10^6$$

That is,

$$DPMO \# = \frac{0,7 + \text{Total number nonconforming}}{\text{Total number inspected (tested)}} \times 10^6$$

where

x_i is the number of non-conforming parts found in the actual inspection (testing of n_i parts from the i^{th} lot of m total lots; and

is the designated class of DPMO.

9.4.2 Sampling requirements

x_i and n_i are determined when performing the final audit or lot acceptance on a lot before it is shipped to a customer. The only requirement on the sampling procedure is that the parts shall be selected randomly.

Lot 1 through lot m shall include all lots sampled from lot 1 through lot m .

10 Use of sampling plans

10.1 General

There are many ways to apply the $c = 0$ sampling plan criteria. Each application has its merits and it is important to use the most reliable method which correlates to the products being manufactured.

10.2 Grouping of tests

Tests may be subdivided into categories in order to reflect various grouping of inspection.

The categories cover lot inspection and periodic tests. The tests may be destructive and may require the use of standard test specimens. The specimens may be included on the production lot or may be produced separately in conjunction with the production lot. Test specimens should be of the same materials and processes so as to be representative of the product and

the process. If separate specimens are manufactured, they shall be spaced out in production in such quantities that a good average assessment can be made.

10.3 Categorization

Various techniques can be used to categorize the inspection and quality assessment of the attributes associated with shipment-ready products. Each category consists of sub-groupings depending on the products being assessed. Some of these are the following.

- Category V – Visual inspection
- Category D – Dimensional inspection
- Category S – Surface condition inspection
- Category E – Electrical inspection
- Category P – Physical inspection
- Category Y – Structure integrity inspection
- Category Z inspection – This category covers all tests which may be necessary in addition to tests of inspection categories V, D, S, E, P, and Y to complete an entire test program. Category Z tests are usually carried out at intervals of 12 months. They may be carried out progressively within a 12 month period.

10.4 In-process testing and control

In-process testing and control may be applied to any requirements listed in the standard, specification, or customer detail specification (CDS), and is required at some stages. In-process testing and control data shall be kept as verifiable evidence of conformance to requirements. Data shall be available which verifies correlation to finished product requirements. In process testing and control may be implemented for selected requirements while continuing lot inspection for other requirements. Depending upon the progress made in implementing in-process/process control the manufacturer may prove compliance to specifications with:

- quality conformance lot inspections;
- finished product control;
- in-process control;
- process parameter control.

A manufacturer may choose to use a combination of these techniques to prove conformance to requirements.

When agreement has been reached between customer and manufacturer, in-process testing and control may be substituted for the relevant test(s) and sampling prescribed in the quality conformance inspection schedule, provided that:

- the in-process testing and control is carried out under the authority of the appointed management representative (chief inspector);
- the process steps or storage periods between in-process testing and the completion of the units of product are not likely to affect the characteristics tested;
- the data provided by in-process testing is correlated to the finished product requirements and assures the same level of performance for characteristics as would be demonstrated in the prescribed finished product sampling plan and testing.

End-product statistical control should normally be established prior to implementation of in-process or process parameter control. However, some product requirements are preferably always evaluated in-process.

In process control requirements are indicated in Table 2 as risk management factors. The priority implementation code signifies how the sampling should be applied. The codes given in Table 6 can be used to communicate requirements between the user and the manufacturer.

Table 6 – Process control

Code	Priority implementation
C1	In-process and/or process parameter control, required implementation
C2	In-process and/or process parameter control, first priority implementation
C3	In-process and/or process parameter control, second priority implementation
C4	In-process and/or process parameter control, third priority implementation
C5	Periodic laboratory test (in conjunction with related in-process/process control for correlation to test criteria and product requirements)

10.5 Indirect measuring methods

Where appropriate, indirect measuring methods may be substituted for direct methods, provided the necessary accuracy and calibration are ensured.

EXAMPLE: Instead of directly measuring dimensions, a gauge of suitable characteristics may be used.

Where appropriate, control of a process parameter may be the most effective method of assuring product conformance to specification requirements. In this case, the process parameter control may be accepted as the primary quality assessment method for the affected characteristics, provided that a periodic product inspection for the relevant characteristic(s) is performed.

EXAMPLE: Process control of plating chemistry is the primary method of assuring adhesion of plated on component leads; maintaining process control coupled with periodic shipment-ready product inspection is preferred to lot inspection prescribed in a sampling plan.

Annex A (informative)

Example of consensus sampling plan for three levels of conformance to requirements of IEC 62326-4 multilayer printed boards

Table A.1 indicates the performance requirements with respect to IEC 62326-4 multilayer printed boards. Note that in column "B" of "Specific requirements for performance level", "GR" is used to indicate that only the general requirements shall be met. For an explanation of the abbreviations and all the conditions of the sampling plan, see referenced IEC standards in Annex A.

Table A.1 – Performance requirements

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			RMF IEC 62326-1	Assessment		
			A	B	C		Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
V	VISUAL EXAMINATION								
V1	Conformity	Pattern, marking identification and material finishes shall comply with the CDS when viewed without magnification. There shall be no apparent defects.	As specified	– As specified	– As specified	6,5 4,0	Complete PB/DP	3V04	C4
V2	<i>Appearance and workmanship</i>	The boards shall appear to have been processed in a careful and workmanlike manner, in accordance with good current practice.	GR –	– GR	– GR	6,5 4,0	Complete PB/DP	3V01	C4
V3	<i>Plated-through holes as received</i>	Plated-through holes shall be clean and free from inclusions of any sort that could affect component insertion and solderability when viewed without magnification.	GR –	– GR	– GR	4,0 2,5	Complete PB	3V04	C4

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
		The number of holes with plating voids shall not exceed the specified percentage of the total number of plated-through holes when viewed without magnification.	5 % –	– 1 %	– None	4,0 2,5			C2
		The number of holes with plating voids shall not exceed the specified percentage of the total number of plated-through holes when viewed without magnification.	5 % –	– 1 %	– None	4,0 2,5			C2
	Holes showing plating voids	Total area of plating voids within a hole shall not exceed the specified percentage of the total area.	5 % –	– 2 %	– 2 %	4,0 2,5			C2
		The largest dimension of voids shall not exceed the specified percentage of the hole circumference in the horizontal plane or the same percentage of the board thickness in the vertical plane.	15 % –	– 10 %	– 5 %	4,0 2,5			C2
V4	Plated-through holes after microsection	Plated-through holes (levels B and C) shall be tested in as-received conditioning and after preconditioning according to test code Y4. Voids shall not coincide with internal or external copper layers. Remarks – All examinations executed at 100× magnification – Process control data may be used to supplement/minimize this test	– –	GR –	– GR	1,5 1,0	A or B (3 holes)	3X09	C1

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
V4.1	Resin smear at interface	Resin smear between the edge of the inner layer copper and the continuous plating shall not interrupt electrical continuity or exceed the specified percentage of inner layer copper thickness at the interface (see IEC 62326-4:1996, Figure 1)	≤30 % – –	– ≤15 % –	– – None	2,5 1,5 1,0			C1
V4.2	Circumferential cracks of copper plating	There shall be no circumferential cracks of the copper, or circumferential separation of the copper from the wall in the plated-through hole (see IEC 62326-4:1996, Figure 2)	GR – –	– GR –	– – GR	2,5 1,5 1,0			C1
V4.3	Copper barrel to hole separation	There shall be no separation of plating from the hole wall exceeding the specified percentage of the hole circumference (see IEC 62326-4:1996, Figure 2). <i>Remark</i> Where necessary, this shall be verified by dimensional examination using test 3D01	≤50 % – –	– ≤40 % –	– – ≤30 %	2,5 1,5 1,0			C1
V4.4	Foil cracking	There shall be no foil cracking	GR – –	– GR –	– – GR	2,5 1,5 1,0			C1

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
V5	Conductors								
V5.1	External conductors	There shall be neither cracks nor breaks. Imperfections such as voids or edge defects are permissible provided that the conductor width or land area is not reduced by more than the specified percentage (see IEC 62326-4:1996, Figure 3). <i>Remarks</i> - Where necessary, this shall be verified by dimensional examination using test 3D01 - In the effective contact areas there shall be no imperfections - For test specimens supplied with solderable temporary protective coating the above requirement is not applicable	≤30 % (no occurrence >10 mm) –	– ≤20 % (no occurrence >5 mm)	– ≤10 % (no occurrence >3 mm)	4,0 2,5	Complete PB	3V02	C3
		When specified, the conductors shall be covered with a smooth and bright solder coating with not more than 5 % of scattered imperfections, such as pinholes, unwetted or dewetted areas. The imperfections shall not be concentrated on one area.	GR – –	– GR –	– – GR	6,5 4,0 2,5	Complete PB	3V02	C1

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
V5.2	Internal conductors	There shall be neither cracks nor breaks. Imperfections such as voids or edge defects are permissible provided that the conductor width is not reduced by more than the specified percentage (see IEC 62326-4:1996, Figure 3). Remarks - Where necessary, this shall be verified by dimensional examination using test 3D01. - This examination shall be in-process	≤30 % (no occurrence >10 mm) –	– ≤20 % (no occurrence >5 mm)	– ≤10 % (no occurrence >3 mm)	4,0	Complete PP	3V02	C3
V6	Particles between conductors								
V6.1	External conductors	Residual metallic particles are permissible provided that the leakage path is not reduced by more than the specified percentage or to less than the distance required for the circuit voltages in isolated areas discounting conductor undercut, edge roughness, spikes, etc. (see IEC 62326-4:1996, Figure 3). Remark Where necessary, this shall be verified by dimensional examination using test 3D01	≤30 % –	– ≤30 %	– ≤20 %	4,0 2,5	Complete PB	3V02	C3

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
V6.2	Internal conductors	Residual metallic particles are permissible provided that the leakage path is not reduced by more than the specified percentage or to less than the distance required for the circuit voltages in isolated areas discounting conductor undercut, edge roughness, spikes, etc. (see IEC 62326-4:1996, Figure 3). <i>Remarks</i> – Where necessary, this shall be verified by dimensional examination using test 3D01. – This examination shall be in-process	≤30 % –	– ≤20 %	– ≤10 %	4,0 2,5	Complete PP	3V02	C3
V7	Permanent polymer coating (including solder resist)	The polymer coating pattern shall comply with the CDS and the general requirements given below. There shall be no apparent defects. <i>Remark</i> When necessary this shall be verified by dimensional examination using test 3D01	As specified –	As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB/DP	3V01	C4
		When noted in the CDS that the polymer coating is used as an insulation all parts shall be completely covered.	As specified –	– As specified	– As specified	2,5 4,0			C3
		Imperfections in the polymer coating on the base material, such as pinholes, small uncovered areas, scratches, etc. are permitted.	GR –	– GR	– GR	4,0 2,5			C3

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
		Polymer coating used as solder resist shall cover the top surface of the conductor and shall be substantially free of pinholes. At least one or two adjacent conductor edges shall be covered.	GR –	– GR	– GR	4,0 2,5			C3
		Board edges and the areas near slots, notches, etc., shall be free from polymer coating (as specified on the master drawing when using a production board).	GR –	– GR	– GR	4,0 2,5			C3
		All metallic areas intended for solder attachment, electrical contact, or indexing marker shall be free from polymer coating residues.	GR –	– GR	– GR	4,0 2,5		3V02	C2
D	DIMENSIONAL EXAMINATION								
D1	Board dimensions (external boundary)	Dimensions including thickness shall comply with the CDS.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB (3 places)	3D04	C4
D2	Board thickness in the zone of edge board contacts	The total board thickness over the edge board contacts shall comply with the CDS.	As specified B	B As specified	B As specified	4,0 2,5	Edge contact areas of PB	3D04	C4
D3	Holes (see also D8)								
D3.1	Diameter	Diameters of tooling holes, mounting holes and component holes shall comply with the CDS. <i>Remark</i> A recommended range of hole sizes and tolerances are given in IEC 61188-6 ^a	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB/DP (10 holes per size)	3D04	C2

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
D3.2	Plating thickness	The plating thickness shall comply with the CDS. <i>Remark</i> Examinations at 400× magnification.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	A or B (3 holes)	3X09	C1
D4	Slots, cut-outs and notches	The dimensions of applicable slots, cut-outs or notches shall comply with the CDS.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB	3D04	C3
D5	Conductor width								
D5.1	External layer	The width shall comply with any specific dimensions given in the CDS. <i>Remarks</i> – To be measured together with V5.1 – If no tolerances are stated, the coarse deviations given in IEC 61188-6 ^a will apply	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB	3D01	C2
D5.2	Internal layer	The width shall comply with any specific dimensions given in the CDS. <i>Remarks</i> – To be measured together with V5.2 – If no tolerances are stated, the coarse deviations given in IEC 61188-6 ^a will apply – This measurement shall be in-process	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PP	3D01	C2
D6	Spacing between conductors								

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
D6.1	External layer	The spacing shall comply with any specific dimension given in the CDS. <i>Remark</i> To be measured together with V6.1	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB	3D01	C3
D6.2	Internal layer	The spacing shall comply with any specific dimensions given in the CDS. <i>Remarks</i> – To be measured together with V6.2 – This measurement shall be in-process	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PP	3D01	C3
D7	<i>Alignment of hole and conductive pattern</i>	There shall be no interruption of the conductive pattern and there shall be no hole break-out (land cut off) at the junction of the land and the conductor in excess of that specified below. This applies to both internal and external layers (see IEC 62326-4:1996, Figure 4, Figure 5 and Figure 6).					Complete PB (10 holes, random selection over total area)	3D01	
D7	<i>Alignment of hole and conductive pattern</i>	There shall be no interruption of the conductive pattern and there shall be no hole break-out (land cut off) at the junction of the land and the conductor in excess of that specified below. This applies to both internal and external layers (see IEC 62326-4:1996, Figure 4, Figure 5 and Figure 6).					Complete PB (10 holes, random selection over total area)	3D01	
D7.1	External pattern alignment to plated-through holes	The requirements shall be as specified.							

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
		Minimum annular width W_1 of external land at conductor junction (see IEC 62326-4:1996, Figure 4).	There shall be no defects at conductive pattern and through-hole plating –	– $W_1 \geq 0,03 \text{ mm}$	– $W_1 \geq 0,05 \text{ mm}$	4,0 2,5			C1
		Minimum annular width W_1 of external land at the other parts.	–	Break-out $\theta \leq 90^\circ$ (see IEC 62326-4:1996, Figure 6)	$W_1 \geq 0,05 \text{ mm}$ (see IEC 62326-4:1996, Figure 4)	2,5			
D7.2	External pattern alignment to plain holes holes	The requirements shall be as specified.	No breakout. No conductor junction reduction –	No break-out. No conductor junction reduction	– No break-out. Minimum annular width 0,4 mm	4,0 2,5			C1
D7.3	Internal pattern alignment to plated-through holes	The requirements shall be as specified. Remarks – 100× magnification. – Any other adequate method may be used							

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
		Minimum annular width W_2 of internal land at conductor junction (see IEC 62326-4:1996, Figure 5).	$W_2 \geq 0,03 \text{ mm}$ – –	– $W_2 \geq 0,03 \text{ mm}$ –	– – $W_2 \geq 0,05 \text{ mm}$	2,5 1,5 1,0	A or B (3 hole) and/or R for electrical continuity and/or F for process control	3X09	C1
		Minimum annular width W_2 of internal land at the other parts.	Break-out $\theta \leq 180^\circ$ see IEC 62326-4:1996, Figure 6) – –	– Break-out $\theta \leq 90^\circ$ (see IEC 62326-4:1996, Figure 6) $W_2 \geq 0 \text{ mm}$ (see IEC 62326-4:1996, Figure 5)	– – $W_2 \geq 0 \text{ mm}$ (see IEC 62326-4:1996, Figure 5)	2,5 1,5 1,0			C1
D7.4	Landless holes	<i>Test under consideration</i>							
D8	<i>Positional accuracy</i>								
D8.1	Position of conductive pattern and holes relative to the position data	The position of all holes shall comply with any specific details given in the CDS. <i>Remark</i> When specially called for, the deviations given in IEC 61188-6 a will apply	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB (10 holes, random selection over total area)	3D04	C3

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
D8.2	Positional tolerance of hole centres with respect to the position data	The hole centres shall be within the specified tolerances in the CDS. <i>Remark</i> When specially called for, the deviation given in IEC 61188-6 a will apply	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB (10 holes, random selection over total area)	3D04	C2
D9	<i>Permanent</i> <i>polymer coating</i> (including solder resist)								
D9.1	Dimensions	The dimensions of the polymer coating pattern shall comply with the CDS.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB/DP (10 places)	3D01	C3
D9.2	Thickness of polymer coating	The thickness shall comply with the CDS.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	Complete PB (3 places)	3D04 or	C3
		<i>Remark</i> The thickness shall be measured at the location stated in the CDS when using Test 3X09 with 400× magnification.	As specified –	– As specified	– As specified	4,0 2,5	1 time A or B (per panel)	3X09	C3
D10	<i>Flatness</i>	The allowable bow and twist shall not be more than the specified value for printed boards with a diagonal of ≥100 mm.	1,5 % of the diagonal –	– 1 % of the diagonal	– 0,5 % of the diagonal	4,0 2,5	Complete PB/DP	3M04	C3

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
S	SURFACE CONDITION TESTS								
S1	Plating finishing								
S1.1	Adhesion of plating, tape method or	There shall be no evidence of plating adhering to tape after removal from the conductor, other than permitted by the CDS. <i>Remark</i> Specimen N shall be tested prior to fusing	As specified - -	- As specified -	- - As specified	6,5 4,0 2,5	N	3X01	C3
	Adhesion of plating, burnish method	There shall be no evidence of blistering or detachment of the plating. <i>Remark</i> For contact finishes only	GR - -	- GR -	- - GR	6,5 4,0 2,5	Edge contact area of PB	3X02	C3
S1.2	Thickness of plating (contact area)	The thickness shall comply with the CDS.	As specified - -	- As specified -	- - As specified	6,5 4,0 2,5	Edge contact area of PB	3X06	C3
S1.3	Thickness of plating (other than contact area)	The thickness shall comply with the CDS.	As specified - -	As specified -	- - As specified	6,5 4,0 2,5	N	3X06	C3
S1.4	Porosity, gas exposure or	The total number of pores shall not be more than the number of the effective contact areas. The maximum number of pores per contact area shall be two. The percentage of contact areas with two pores shall not be more than specified.	- -	40 % -	- 20 %	4,0 2,5	N	3X03	C3

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
	Porosity, electrographic test	The total number of pores shall not be more than the number of the effective contact areas. The maximum number of pores per contact area shall be two. The percentage of contact areas with two pores shall not be more than specified.	– –	40 % –	– 20 %	4,0 2,5	N	3X04 or 3X05	C3
S2	Adhesion of permanent polymer coating, tape method	The loss of adhesion shall not be more than the specified allowable percentage of testing area. <i>Remark</i> Applicable to permanent polymer coating only					G	3X01	
		– on bare copper	10 % – –	– 5 % –	– – 0 %	6,5 4,0 2,5			C2
		– on gold or nickel	25 % – –	– 10 % –	– – 5 %	6,5 4,0 2,5			C2
		– on base laminate	10 % – –	– 5 % –	– – 0 %	6,5 4,0 2,5			C2
		– on melting metals (tin-lead plating, fused tin-lead, etc.)	50 % – –	– 25 % –	– – 10 %	6,5 4,0 2,5			C2

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
S3	Solderability	<i>Remark</i> When tested, the conductive surface of the board and the insides of the holes shall be properly wetted. When applied on production boards, only those holes having no connection with internal layers should be assessed to avoid "heat sink effect" affecting the interpretation of the results.							
S3.1	When the use of a non-activated flux is agreed between customer and supplier	<i>Remarks</i> – Non-activated flux, as specified in IEC 60068-2-20. – For both wetting and dewetting the holes shall comply with the well soldered holes of see IEC 62326-4:1996, Figure 7.					M and S	3X07	
	As-received condition	Wetting: the specimen shall be wetted within 3 s. When temporarily protective coating intended to preserve the wettability is used, the specimen shall be wetted within 4 s.	–	–	GR	2,5			C1
		Dewetting: the specimen shall remain in contact with the molten solder for 5 s to 6 s and shall not be dewetted.	–	–	GR	2,5			C1
	After accelerated ageing	Wetting: the specimen shall be wetted within 4 s.	–	–	GR	2,5			C1
		Dewetting: the specimen shall remain in contact with the molten solder for 5 s to 6 s and shall not be dewetted.	–	–	GR	2,5			C1

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
S3.2	When the use of an activated flux is agreed between customer and supplier	<i>Remarks</i> - Activated flux (0,2 %) as specified in IEC 60068-2-20. - For both wetting and dewetting the holes shall comply with the well soldered holes in Figure 7 of IEC 62326-4:1996.					M and S	3X07	
	Condition as-received and after accelerated ageing	For boards with or without (solderable) temporary protective coating.							
		Wetting: the specimen shall be wetted within 3 s.	GR –	– GR	– –	6,5 4,0			General requirements
		Dewetting: the specimen shall remain in contact with the molten solder for 5 s to 6 s and shall not be dewetted.	GR –	– GR	– –	6,5 4,0			C1
S4	<i>Resistance to cleaning agents and flux</i>								
S4.1	Permanent polymer coating	No sign of: - blistering or delamination; - random removal of areas of permanent polymer coating or ink dissolving; - substantial change in colour;	– –	GR –	– GR	4,0 2,5	Complete PB	3C04	C4

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
S4.2	Marking legend	Accept: a) marking unaffected; b) marking reduced but legible. Reject: c) markings doubtfully legible, i.e. possible mistake between similar characters, such as R-P-B, E-F, C-G-O; d) marking illegible or destroyed	– –	GR –	– GR	4,0 2,5	Complete PB	3C041	C4
S5	Land pattern topography	<i>Test under consideration</i>							
S6	Cleanliness	<i>Test under consideration</i>							
E	ELECTRICAL TESTS								
E.1	<i>Electrical integrity</i>								
E1.1	Circuit continuity	The resistance of conductors and interconnections shall not be greater than specified in the CDS	As specified	As specified	As specified	All PBs	Complete PB	300	C4
E1.2	Circuit insulation	The requirements shall be as specified in the CDS. When applying 220 V minimum for 5 s (manual testing) or twice the rated voltage, the resistance between conductor patterns shall not exceed the specified value. Minimum allowable test current shall be 1 mA. <i>Remark</i> If the maximum voltage is not specified use 40 V minimum	As specified	As specified	As specified	All PBs	Complete PB	30	C4

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
E2	<i>Current proof</i>	At least five holes shall be tested. The plating within the holes shall withstand the appropriate current as specified in IEC 61189-3 without burnout (fusing) and without overheating as apparent by discoloration. The conductors shall not burn-out (fuse) and there shall be no overheating as apparent by discoloration.	– –	GR –	– GR	2 per quarter 2 per month	H	3E14 and 3E15	C5
E3	<i>Voltage proof</i>	There shall be no disruptive discharge.	– –	GR –	GR	2 per quarter 2 per month	H	3E09	C5
E4	<i>Change in resistance of plated-through holes</i>	During conditioning the requirements shall be met. <i>Remark</i> Maximum permissible increase of resistance in percent during any immersion into the oil bath of 260 °C shall be specified	– –	10 cycles increase ≥100 %	– 30 cycles increase: ≤100 %	2 per quarter 2 per month	D	3E08	C5
E5	<i>Insulation resistance</i>	<i>Remark</i> Insulation resistance shall be measured before environmental conditioning, after environmental conditioning and at elevated temperature, as specified in the CDS							
E5.1	Measurement at standard atmospheric conditions	Preconditioning using test 1P01. The insulation resistance shall be as specified.							
	Surface layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω	2 per month (level B)	E	3E03	C5

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
	Internal layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω	2 per lot (level C)	E	3E04	
	Between layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω		E	3E05	
E5.2	Measurement after conditioning	Conditioning, as specified in IEC 60068-2-3, Test Ca: Damp heat, steady state, or IEC 60068-2-38, Test Z/AD: Composite temperature/ humidity cyclic test. The insulation resistance shall be as specified. <i>Remark</i> Applicable conditioning to be specified in the CDS. Test Ca is the preferred conditioning test	–	10 days	21 days				
	Surface layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω	2 per month (level B)	E	3E03	C5
	Internal layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω	2 per lot (level C)		3E04	
	Between layers		–	≥500 Ω	≥500 Ω			3E05	
E5.3	Measurement at elevated temperature	<i>Remark</i> The temperature and the time in the chamber shall be specified in the CDS. The insulation resistance shall be specified							
	Surface layers		–	≥100 Ω	≥500 Ω	2 per month (level B)	E	3E03	C5

Test code	Characteristics	General requirements	Specific requirements for performance level			Assessment			
			A	B	C	RMF IEC 62326-1	Test specimen IEC 62326-4-1	Test no. IEC 61189-3	Process control code IEC 62326-1
	Internal layers		–	≥100 Ω	≥500 Ω	2 per lot (level C)	E	3E04	
	Between layers		–	≥100 Ω	≥500 Ω		E	3E05	
E6	Characteristic impedance	Test under consideration							
P	PHYSICAL TESTS								
P1	Peel strength	Remark For foil lamination only							
P1.1	Measurement at standard atmospheric conditions	The peel strength shall not be less than the value specified in the CDS	–	–	≥22 N per 25 mm	4,0	N	3M01	C1
P1.2	Measurement at elevated temperature	Test under consideration							
P2	Pull-off strength of landless plated-through holes	The pull-off strength after five soldering operations shall not be less than the value specified in the CDS. <i>Remarks</i> – Preconditioning for 2 h – The thermal shock test 3N02 of IEC 61189-3 shall be applied for 10 s (B) and 20 s (C) – Microsection will be done only when required in the CDS	–	≥16 N –	– ≥16 N	4,0 2,5	Complete PB/DP (3 holes)	3M03	C1

a IEC 61188-6 is currently under consideration. The tests will apply as soon as this International Standard will be available.

Annex B (informative)

Example of consensus sampling plan

NOTE For further information see also IEC 61249-2-34:2009, Clause 8 and Subclause 7.1.

B.1 Quality assurance

B.1.1 Quality system

The supplier shall maintain a quality system in compliance with ISO 9000 or similar to support quality conformance inspection. The supplier shall maintain a management system for environmental control in compliance with ISO 14001 or similar, to support environmental considerations.

B.1.2 Responsibility for inspection

The supplier is responsible for all inspections of the manufactured material. The purchaser or an appointed third party may audit these inspections.

B.1.3 Qualification inspection

Laminates furnished under this standard shall be qualified. Qualification testing shall be performed to demonstrate the manufacturer's ability to meet the requirements of this specification sheet. Qualification testing shall be conducted at a laboratory in compliance with IEC laboratory requirements. A list of the normal qualification tests can be found in Table B.1. The manufacturer shall retain the data file which supports that the materials meet this standard and it shall be readily available for review upon request.

B.1.4 Quality conformance inspection

The supplier shall operate a quality plan to assure product conformance to this standard. This quality plan, when appropriate, shall utilize statistical methods rather than production lot inspection. It is the responsibility of the supplier, based on the quality plan, to determine the frequency of test to assure conforming products. In the absence of a quality plan or supporting data, the testing regime shall be as outlined in Table B.1.

A combination of the following techniques may be used to show compliance with the requirements which can be used to reduce the frequency of testing. The data supporting the reduction of testing frequency shall be available for review upon request.

- In process parameter control
- In process inspection
- Periodic final inspection
- Final lot inspection

B.1.5 Certificate of conformance

The supplier shall issue a certificate on request from the purchaser of conformance to this standard in electronic or paper format.

B.1.6 Safety data sheet

A safety data sheet in accordance with ISO 11014 shall be available for products manufactured and delivered in compliance with this standard.

Table B.1 – Guideline for qualification and conformance inspection

Property	Test method IEC 61189-2	Qualification testing	Conformance testing	Conformance frequency
Peel strength after thermal shock	2M14	Yes	Yes	Lot
Peel strength at 125 °C	2M15	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after solvent vapour	2M06	Yes	Yes	Quarterly
Peel strength after simulated plating	2M16	Yes	No	
Pull-off strength	2M05	Yes	No	
Dimensional stability	2X02	Yes	Yes	Monthly
Flexural strength	2M20	Yes	Yes	Annually
Flammability	2C06	Yes	Yes	Monthly
Thermal stress, unetched	2C05	Yes	Yes	Lot
Solderability	2MXX ^a	Yes	No	
Glass transition temperature	2M10 and 2M11 ^a	Yes	Yes	Monthly
Cure factor	2M03	Yes	Yes	Monthly
Permittivity at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Dissipation factor at 1 MHz, as received	2E10	Yes	Yes	Monthly
Surface resistance after damp heat/recovery	2E03	Yes	Yes	Annually
Volume resistance after damp heat/recovery	2E04	Yes	Yes	Annually
Arc resistance	2E14	Yes	Yes	Annually
Dielectric breakdown	2E15	Yes	Yes	Quarterly
Electric strength	2E11	Yes	Yes	Quarterly
Water absorption	2N02	Yes	Yes	Quarterly
Bow and twist	2M01	Yes	Yes	Lot
Surface waviness	2M12	Yes	No	
Appearance of the dielectric base material	See Clause B.2	Yes	Yes	Lot
^a Test methods 2MXX and 2M11 are not included in IEC 61189-2:2006. Consult a more recent edition of this International Standard as soon as it will be available.				

B.2 Appearance of the dielectric base material

An etched specimen shall be inspected to verify that no surface or subsurface imperfections of the dielectric material exceed those given below. The panels shall be inspected using an optical aid apparatus which provides a minimum magnification of 4×.

Referee inspection shall be conducted at 10× magnification. Lighting conditions of inspection shall be appropriate to the material under inspection or as agreed upon between user and supplier.

Surface and subsurface imperfections (such as weave texture, resin starvation, voids, and foreign inclusions) shall be acceptable provided that the imperfections meet the following:

- the reinforcement fibres are not cut or exposed;

- the foreign inclusions are not conductive;
- the imperfections do not propagate as a result of thermal stress;
- the foreign inclusions are translucent;
- opaque foreign fibres are less than 15 mm in length, and an average number of no more than 1,0 per 300 mm × 300 mm area;
- opaque foreign inclusions other than fibres shall not exceed 0,50 mm. Opaque foreign inclusions less than 0,15 mm shall not be counted. The number of opaque foreign inclusions between 0,50 mm and 0,15 mm shall average no more than two spots per 300 mm × 300 mm area;
- voids (sealed voids or surface voids) have a longest dimension of less than 0,075 mm and there should not be more than three voids in a 3,5 mm diameter circle.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

Annex C (informative)

Operating characteristics curves and values

The following tables and graphs show the operating curves for single sampling plans with an acceptance number equal to zero. The sample size is indicated in each of the tables and relates to the following characteristics based on lot size submitted for inspection. These lot sizes are indicated in Table C.1.

Table C.1 – Lot sizes

a) Lot size 2 to 8	h) Lot size 281 to 500
b) Lot size 9 to 15	i) Lot size 501 to 1 200
c) Lot size 16 to 25	k) Lot size 1 201 to 3 200
d) Lot size 26 to 50	l) Lot size 3 201 to 10 000
e) Lot size 51 to 90	m) Lot size 10 001 to 35 000
f) Lot size 91 to 150	n) Lot size 35 001 to 150 000
g) Lot size 151 to 280	p) Lot size 150 001 to 500 000

In some instances, special sampling plan tables are desired for small lots when the associated AQL is 1,5 and below. Above 1,5 the main $c = 0$ tables are best used for small lot sizes. Any sampling plans developed for use with associated AQL less than 0,25 would generally not be valid.

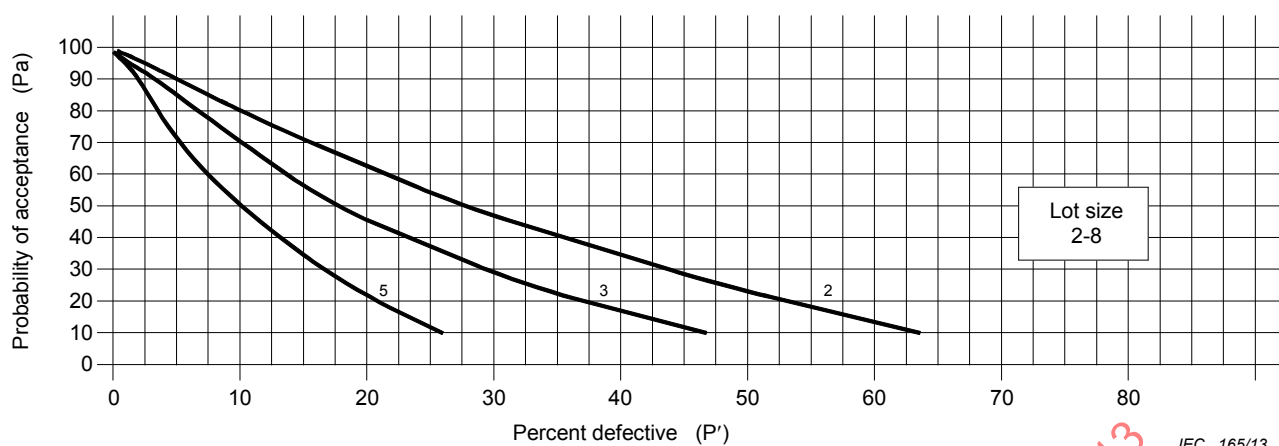
The LTPD for small lot sizes is targeted for the largest lot size range in which a constant sample size appears. For example (referring to a $c = 0$ table), for tables associated with an AQL of 1,0; 13 are used at the 91 to 150 lot size range for 0,65; 20 are used in the 151 to 280 range. In other words, the smaller lots shown in Table C.2 have essentially the same LTPD as the targeted LTPD.

Figures C.1 to C.14 show the acceptance characteristics and probability for various sample sizes.

Table C.2 – Small lot characteristics

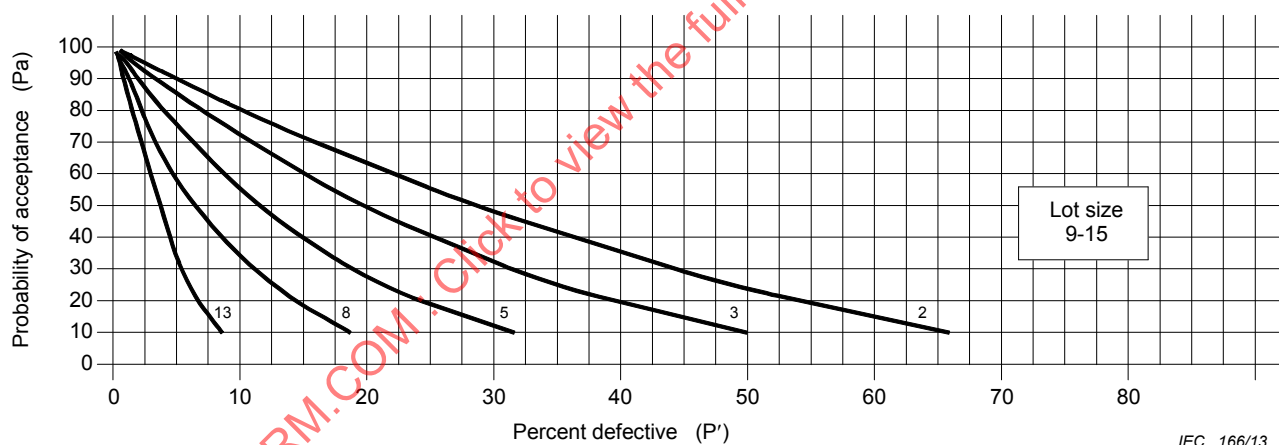
Lot size	0,25	0,4	0,65	1,0	1,5
5 to 10	a	a	a	8	5
11 to 15	a	a	11	8	5
16 to 20	a	16	12	9	6
21 to 25	22	17	13	10	6
26 to 30	25	17	13	10	6
31 to 35	28	23	18	12	8

^a The entire lot size.



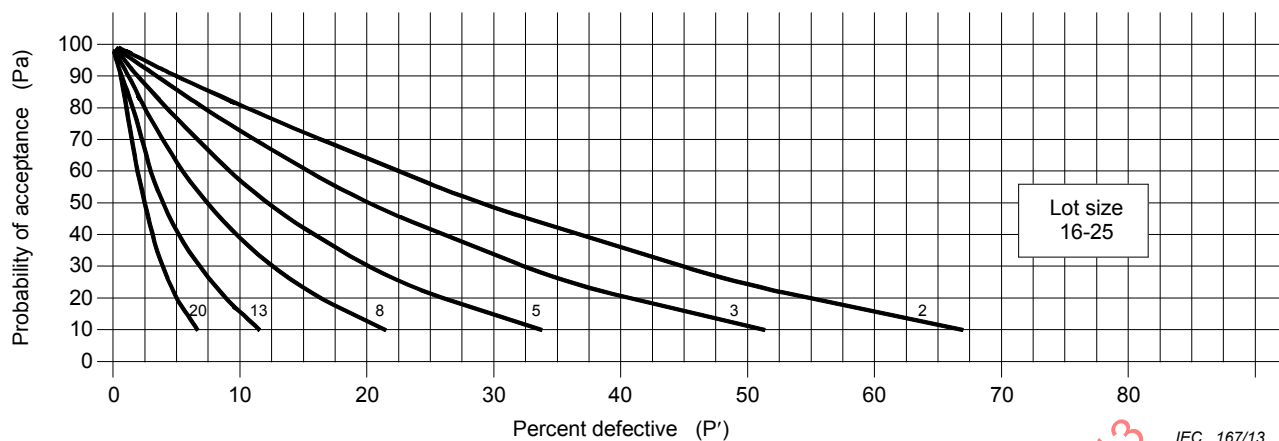
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
2	63,7	46,9	27,5	12,5	5,00	2,50	0,50
3	46,7	32,5	18,3	8,33	3,33	1,67	0,33
5	26,0	18,3	10,0	5,00	2,00	1,00	0,20

Figure C.1 – Lot size 2 to 8



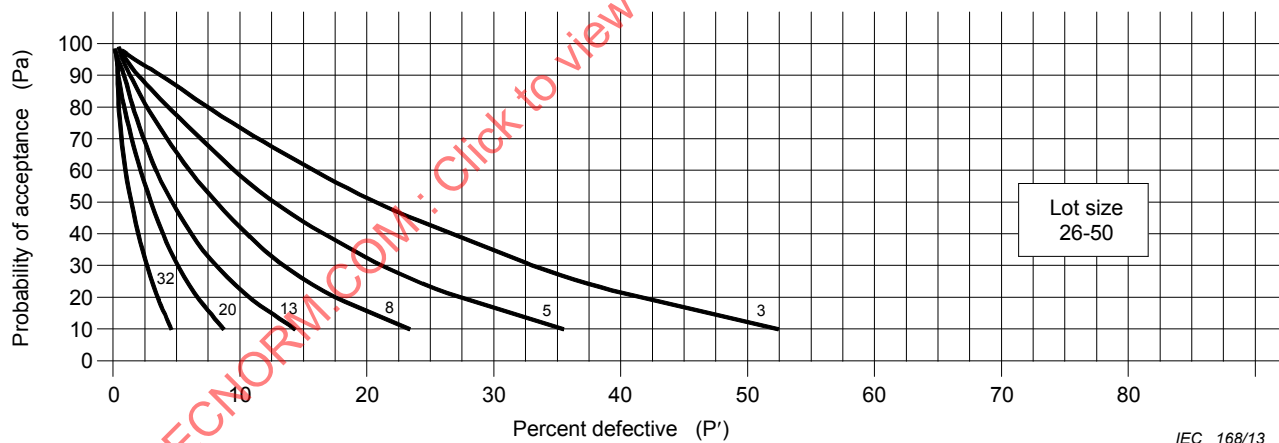
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
2	66,0	48,3	28,3	12,9	5,00	2,50	0,50
3	50,0	34,5	19,2	8,61	3,33	1,67	0,33
5	31,8	20,8	11,3	5,00	2,00	1,00	0,20
8	18,7	12,1	6,25	3,13	1,25	0,62	0,12
13	8,46	5,77	3,85	1,92	0,76	0,38	0,07

Figure C.2 – Lot size 9 to 15



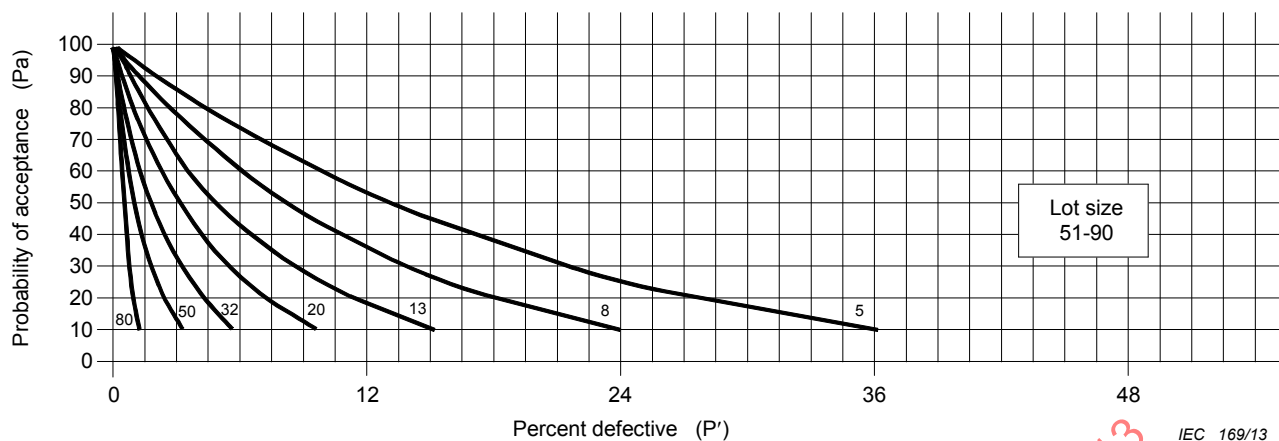
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
2	67,0	49,0	28,7	13,1	5,04	2,50	0,50
3	51,4	35,5	19,8	8,80	3,33	1,67	0,33
5	33,9	22,3	11,9	5,20	2,00	1,00	0,20
8	21,4	13,7	7,18	3,13	1,25	0,62	0,12
13	11,9	7,54	3,85	1,92	0,76	0,38	0,07
20	6,40	3,75	2,50	1,25	0,50	0,25	0,05

Figure C.3 – Lot size 16 to 25



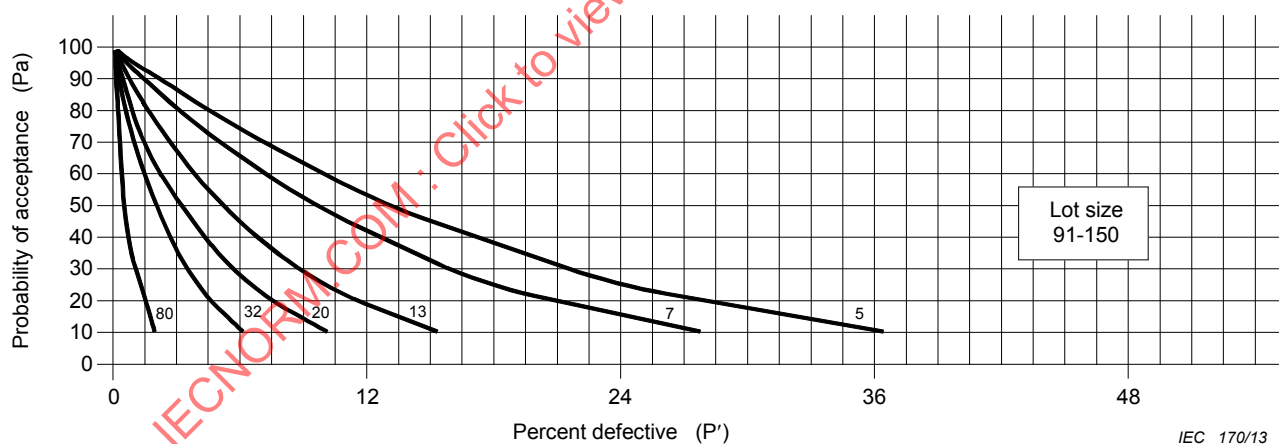
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
3	52,5	36,3	20,2	8,97	3,39	1,67	0,33
5	35,4	23,2	12,4	5,38	2,00	1,00	0,20
8	23,2	14,8	7,72	3,31	1,25	0,62	0,12
13	14,2	8,91	4,59	1,92	0,75	0,38	0,07
20	8,73	5,42	2,82	1,25	0,50	0,25	0,05
32	4,60	2,94	1,56	0,78	0,31	0,15	0,03

Figure C.4 – Lot size 26 to 50



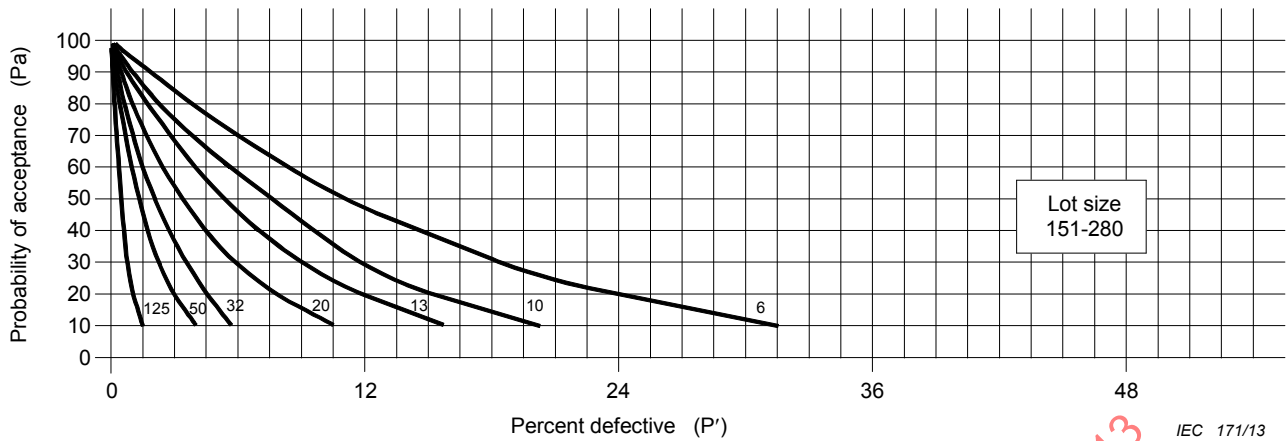
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
5	36,1	23,7	12,7	5,47	2,04	1,00	0,19
8	24,0	15,3	7,98	3,39	1,26	0,62	0,12
13	15,1	9,44	4,86	2,05	0,76	0,38	0,07
20	9,70	5,99	3,06	1,29	0,49	0,25	0,05
32	5,68	3,48	1,80	0,78	0,31	0,15	0,03
50	3,17	1,98	1,00	0,50	0,20	0,10	0,02
80	1,23	0,93	0,62	0,31	0,12	0,06	0,01

Figure C.5 – Lot size 51 to 90



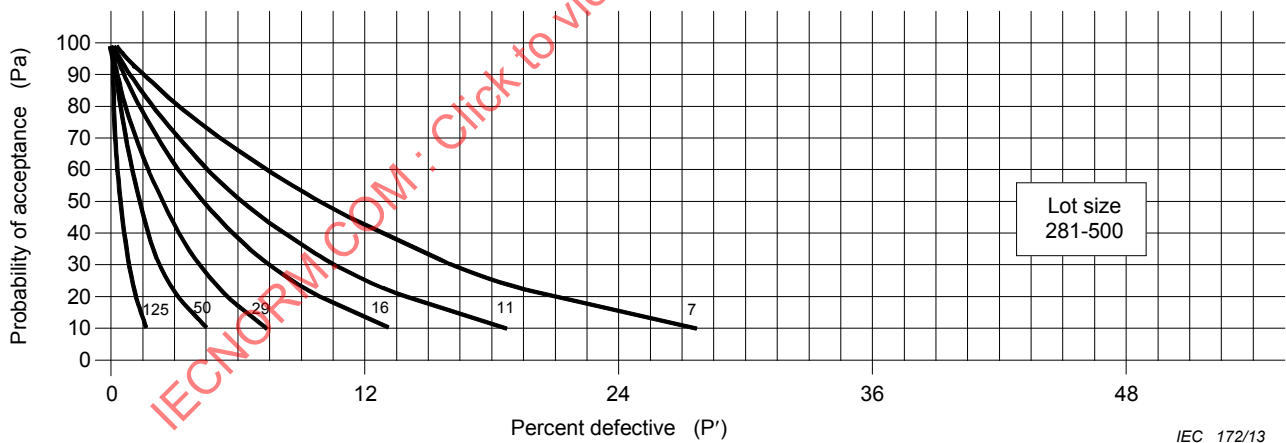
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
5	36,4	23,9	12,8	5,52	2,06	1,01	0,19
7	27,5	17,6	9,24	3,95	1,47	0,71	0,14
13	15,6	9,71	4,99	2,10	0,77	0,38	0,07
20	10,2	6,27	3,19	1,34	0,49	0,24	0,05
32	6,21	3,80	1,92	0,81	0,31	0,15	0,03
80	2,0	1,24	0,62	0,31	0,12	0,06	0,01

Figure C.6 – Lot size 91 to 150



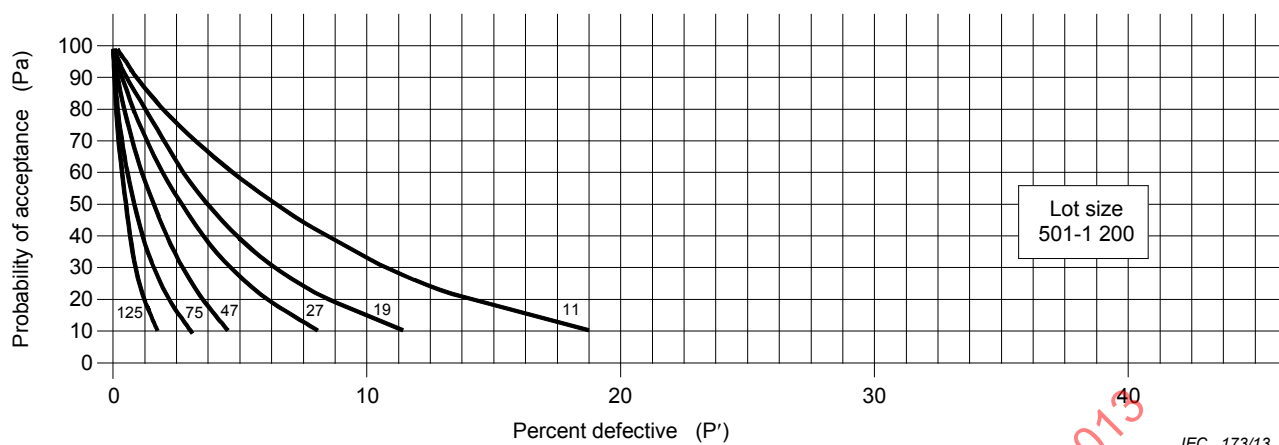
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
6	31,6	20,4	10,8	4,64	1,72	0,84	0,16
10	20,2	12,7	6,59	2,79	1,03	0,50	0,09
13	15,9	9,90	5,08	2,14	0,79	0,38	0,07
20	10,5	6,47	3,29	1,38	0,51	0,24	0,05
32	6,55	4,00	2,03	0,84	0,31	0,15	0,03
50	4,10	2,49	1,26	0,53	0,19	0,09	0,02
125	1,39	0,85	0,43	0,20	0,08	0,04	0,00

Figure C.7 – Lot size 151 to 280



Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
7	27,8	17,8	9,36	4,00	1,48	0,72	0,14
11	18,7	11,7	6,04	2,55	0,94	0,46	0,09
16	13,2	8,17	4,17	1,76	0,64	0,31	0,06
29	7,41	4,54	2,30	0,95	0,35	0,17	0,03
50	4,28	2,60	1,31	0,54	0,20	0,10	0,02
125	1,59	0,96	0,48	0,20	0,08	0,04	0,00

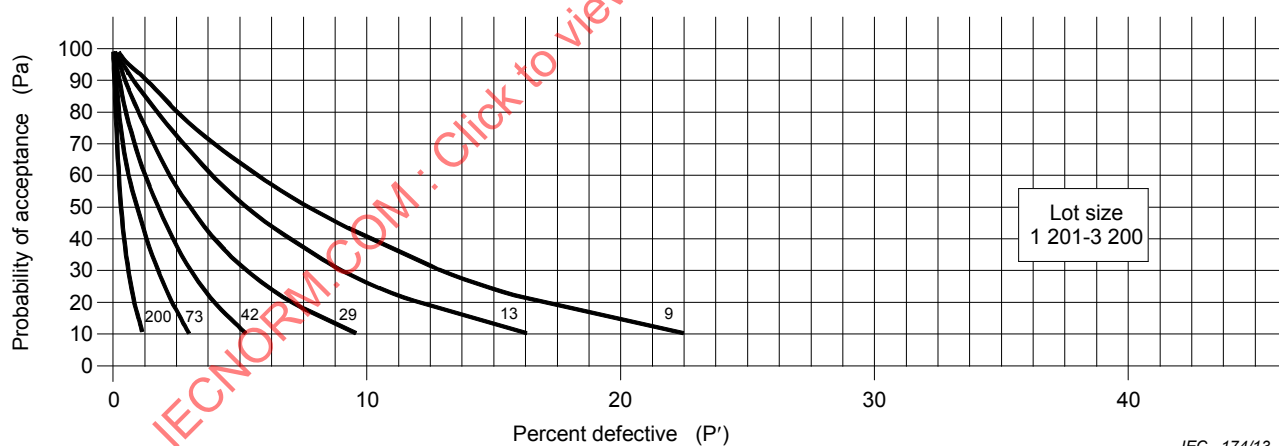
Figure C.8 – Lot size 281 to 500



IEC 173/13

Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
11	18,8	11,8	6,07	2,57	0,94	0,46	0,09
19	11,3	6,98	3,55	1,49	0,54	0,26	0,05
27	8,08	4,95	2,51	1,05	0,38	0,18	0,03
47	4,69	2,85	1,44	0,59	0,21	0,10	0,02
75	2,93	1,77	0,89	0,37	0,13	0,06	0,01
125	1,73	1,05	0,52	0,21	0,07	0,03	0,00

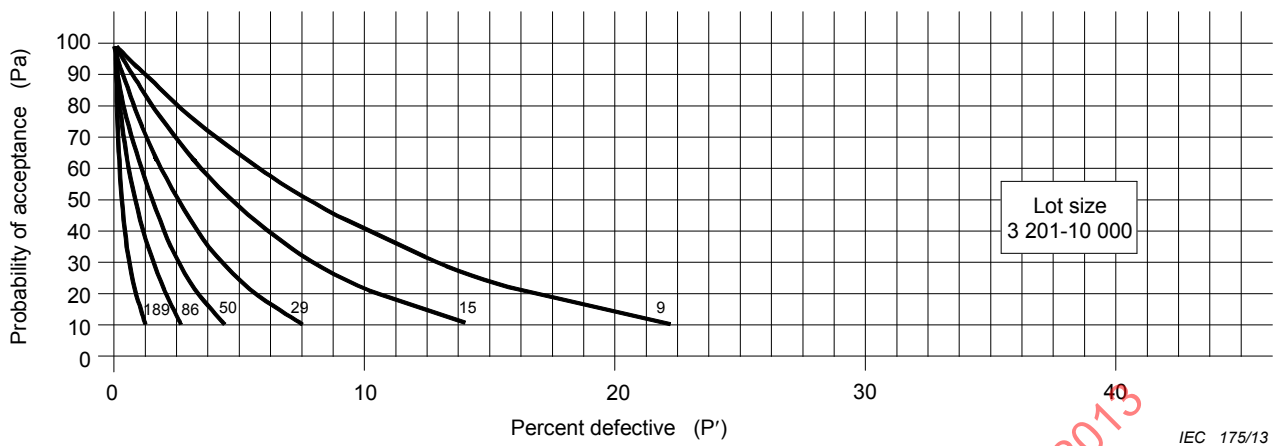
Figure C.9 – Lot size 501 to 1 200



IEC 174/13

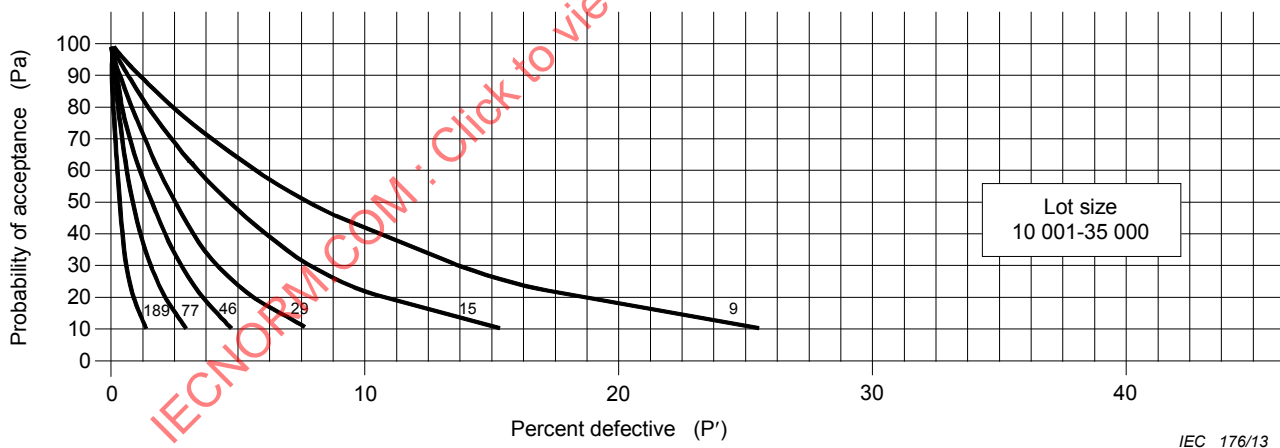
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
9	22,4	14,2	7,37	3,13	1,16	0,56	0,11
13	16,1	10,1	5,17	2,18	0,80	0,39	0,07
23	9,46	5,82	2,95	1,24	0,45	0,22	0,04
42	5,29	3,22	1,62	0,67	0,24	0,12	0,02
73	3,07	1,86	0,93	0,38	0,14	0,06	0,01
200	1,11	0,66	0,33	0,13	0,05	0,02	0,00

Figure C.10 – Lot size 1 201 to 3 200



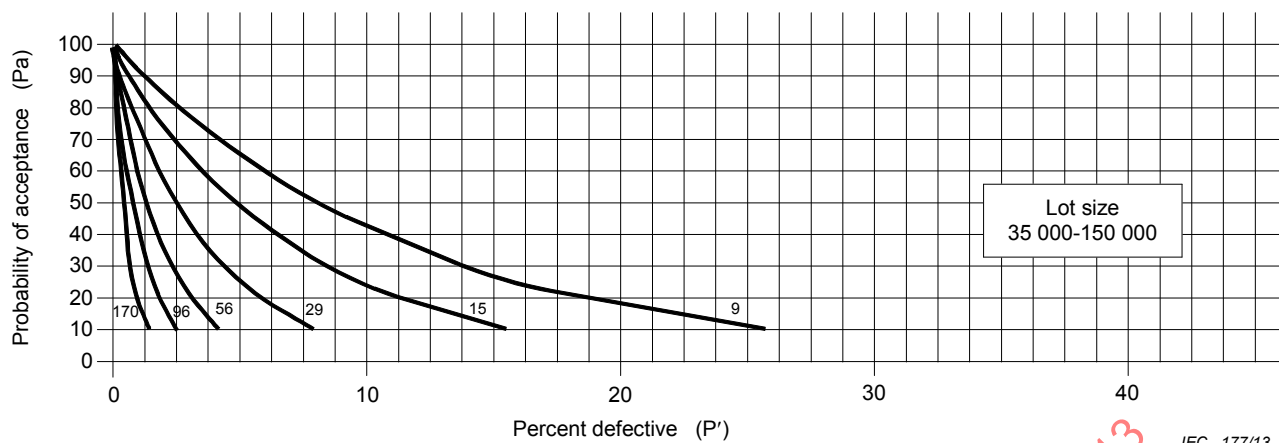
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
9	22,1	14,1	7,32	3,11	1,15	0,56	0,11
15	14,0	8,74	4,48	1,88	0,69	0,33	0,06
29	7,56	4,64	2,35	0,98	0,36	0,17	0,03
50	4,47	2,72	1,37	0,57	0,20	0,10	0,02
86	2,62	1,59	0,79	0,33	0,12	0,05	0,01
189	1,20	0,72	0,36	0,15	0,05	0,02	0,00

Figure C.11 – Lot size 3 201 to 10 000



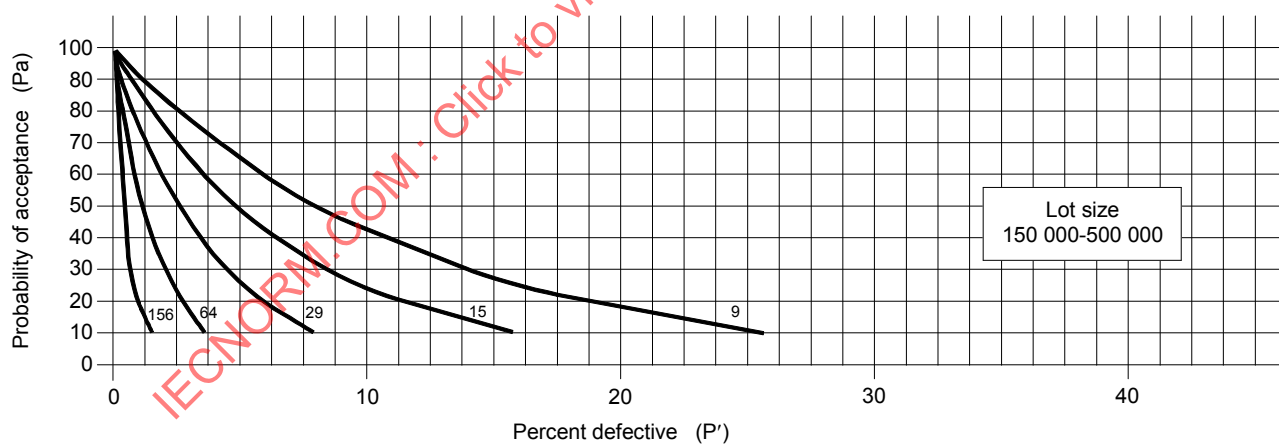
Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
9	25,6	15,4	7,38	3,02	1,14	0,55	0,10
15	15,4	8,54	4,40	1,85	0,68	0,33	0,06
29	7,61	4,58	2,33	0,97	0,35	0,17	0,03
46	4,80	2,93	1,48	0,61	0,22	0,11	0,02
77	2,91	1,77	0,89	0,37	0,13	0,06	0,01
189	1,20	0,72	0,36	0,15	0,05	0,02	0,00

Figure C.12 – Lot size 10 001 to 35 000



Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
9	25,6	15,4	7,70	3,20	1,14	0,55	0,10
15	15,4	9,24	4,62	1,92	0,69	0,33	0,06
29	7,94	4,78	2,39	0,98	0,36	0,17	0,03
56	4,11	2,48	1,24	0,51	0,18	0,09	0,01
96	2,40	1,44	0,71	0,29	0,10	0,05	0,01
170	1,35	0,81	0,40	0,16	0,06	0,03	0,00

Figure C.13 – Lot size 35 000 to 150 000



Sample size	Probability of acceptance						
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95	0,99
9	25,6	15,4	7,70	3,20	1,08	0,52	0,10
15	15,4	9,24	4,62	1,92	0,66	0,32	0,06
29	7,94	4,78	2,39	0,99	0,35	0,17	0,03
64	3,60	2,17	1,07	0,44	0,10	0,07	0,01
156	1,48	0,88	0,44	0,18	0,06	0,03	0,00

Figure C.14 – Lot size 150 001 to 500 000

Bibliography

Cited publications

NOTE These publications are referenced in informative Annexes A to C.

IEC 60068-2-3, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*²

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test method for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/ humidity cyclic test*

IEC 61188-6,— *Printed board and printed board assemblies – Design and use – Part 6: Design for manufacturing technology to achieve reliable product descriptions*³

IEC 61189-2, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures EN only*

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

IEC 61193-1, *Quality assessment systems – Part 1: Registration and analysis of defects on printed board assemblies*

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 61193-4,— *Quality assessment systems – Part 4: Selection and use of sampling plans for electronic modules and assemblies and end-products and in-process auditing*⁴

IEC 61249-2-34:2009, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-34: Reinforced base materials, clad and unclad – Non-halogenated modified or unmodified resin system, woven E-glass laminate sheets of defined relative permittivity (equal to or less than 3,7 at 1 GHz) and flammability (vertical burning test), copper-clad*

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

IEC 62326-4-1, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability Detail Specification – Performance levels A, B and C*

ISO 11014, *Safety data sheet for chemical products – Content and order of sections*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

² Withdrawn.

³ Under consideration.

⁴ Under consideration.

Other references

NOTE The following list of extant ISO standards on acceptance sampling is provided for information.

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 2859-3, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 3: Skip-lot sampling procedures*

ISO 2859-4, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 4: Declared quality levels*

ISO 2859-5, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 5: System of sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-10, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 10: Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes*

ISO 3951-1, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

ISO 3951-2, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics*

ISO 3951-3, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 3: Double sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 3951-5, *Sampling procedures for inspection by variables – Part 5: Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation)*

ISO 8422, *Sequential sampling plans for inspection by attributes*

ISO 8423, *Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation)*

ISO 13448-1, *Acceptance sampling procedures based on the allocation of priorities principle (APP) – Part 1: Guidelines for the APP approach*

ISO 13448-2, *Acceptance sampling procedures based on the allocation of priorities principle (APP) – Part 2: Coordinated single sampling plans for acceptance sampling by attributes*

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

ISO 18414, *Acceptance sampling procedures by attributes – Accept-zero sampling system based on credit principle for controlling outgoing quality*

ISO 21247, *Combined accept-zero sampling systems and process control procedures for product acceptance*

ISO 24153, *Random sampling and randomization procedures*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

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*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de la CEI 60194:2006, ISO 9000:2005 ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

attribut

aspect ou caractéristiques d'une unité de produit définis en termes d'exigences réelles et d'écart admissible

Note 1 à l'article: Une exigence réelle signifie le suivant:

- exigence spécifiée comme une mesure avec un écart admissible;
- exigence spécifiée comme une condition absolue souhaitée avec des anomalies admissibles;
- exigence spécifiée comme un absolu sans exception (tout ou rien).

3.1.1

attribut critique

attribut pour lequel un défaut, indiqué par jugement et par expérience, peut être à l'origine de conditions dangereuses pour les personnes qui utilisent, qui effectuent la maintenance ou qui dépendent du produit ou; attribut pour lequel un défaut peut empêcher l'exécution ou le

fonctionnement d'un produit fini important tel qu'un bateau, un avion, un ordinateur, un équipement médical ou un satellite de télécommunication

3.1.2

attribut majeur

attribut pour lequel un défaut, autre que critique, peut entraîner une défaillance de l'unité de produit, ou par lequel un défaut peut réduire l'aptitude de l'unité de produit à réaliser ce pour laquelle il a été créée

3.1.3

attribut mineur

attribut pour lequel un défaut n'est pas susceptible de réduire matériellement l'aptitude de l'unité de produit à réaliser pour laquelle il a été créé ou pour lequel un défaut constitue un écart par rapport aux normes établies ayant peu d'effet sur l'utilisation ou le fonctionnement de l'unité

3.2

niveau de qualité acceptable

DÉCONSEILLÉ: NQA

pourcentage maximal de défauts qui peut être toléré comme un risque spécifié dans le cadre des contrôles par échantillonnage

Note 1 à l'article: Un contrôle par échantillonnage avec une tolérance de risque associée est utilisé seulement lorsque toutes les unités d'un produit dans un lot de contrôle sont normalement totalement conformes aux exigences des spécifications.

Note 2 à l'article: Voir 3.3.

3.3

limite d'acceptation de qualité

LAQ

niveau de qualité qui n'est pas parfait

Note 1 à l'article: LAQ remplace le terme NQA.

Note 2 à l'article: Le terme est utilisé pour indiquer un certain degré de risque dans le fait que certains produits peuvent avoir des caractéristiques non conformes, cependant il n'y a pas de conséquence sur leur performance finale. Ces décisions se basent sur des accords entre fournisseurs et clients.

Note 3 à l'article: L'utilisation de l'abréviation NQA pour "Niveau de Qualité Acceptable" n'est plus recommandée, se référer à 3.2.

3.4

défectueux

unité de produit qui contient un ou plusieurs défauts

3.4.1

défectueux critique

unité de produit qui contient un ou plusieurs défauts d'attributs critiques et peut également contenir des défauts d'attributs majeurs ou mineurs

3.4.2

défectueux majeur

unité de produit qui contient un ou plusieurs défauts d'attributs majeurs et peut également contenir des défauts d'attributs mineurs, mais ne contient pas de défaut d'attributs critiques

3.4.3

défectueux mineur

unité de produit qui contient un ou plusieurs défauts d'attributs mineurs, mais ne contient pas de défaut d'attributs majeurs ou critiques

3.5

contrôle

processus consistant à mesurer, examiner, effectuer des essais ou comparer d'une autre manière l'unité de produit aux exigences spécifiées

3.5.1

contrôle d'attributs

contrôle des attributs individuels (aspects ou caractéristiques) de l'unité de produit selon les exigences, procédures et/ou instructions spécifiées

3.5.2

lot de contrôle

ensemble d'unités de produit identifiés et traités comme une entité unique à partir de laquelle un échantillon est prélevé et contrôlé afin de déterminer qu'il est conforme à des critères d'acceptabilité

3.5.3

taux de contrôle

nombre de caractéristiques par unité de temps qui peuvent être évaluées pour des réglages de fausse alarme et de taux de fuite spécifiés

3.6

facteur de gestion des risques

RMF

pourcentage maximal tolérable de défauts possibles dans un lot (groupe) d'unités, basé sur un niveau de confiance d'environ 95 %

Note 1 à l'article: RMF = *Risk Management Factor*.

3.7

produit prêt pour l'expédition

produit qui sera expédié au client sans avoir à satisfaire d'autres critères d'acceptation.

3.8

unité de produit

éléments inspectés pour déterminer la conformité aux exigences spécifiées

Note 1 à l'article: Ces exigences comprennent le suivant:

- un élément simple, une paire, un ensemble, une longueur, une zone, une opération, un volume, un composant d'un produit fini ou le produit fini même;
- peut ou ne peut pas être la même que l'unité d'achat, d'approvisionnement, de production ou d'expédition.

4 Méthodologies d'échantillonnage

4.1 Généralités

Un nombre considérable de normes ISO concernent les règles d'échantillonnage (voir Annexe D pour plus de détails), cependant, la plupart de ces normes contiennent des plans permettant à un lot d'être accepté même si l'échantillon du lot possède un ou plusieurs éléments non conformes, à part quelques exceptions (ISO 18414 et ISO 21247).

Les plans de critère d'acceptation égal à zéro ($c = 0$) ont été initialement conçus et utilisés pour fournir une protection des consommateurs supérieure ou égale avec moins de contrôles que ceux exigés par les plans d'échantillonnage correspondants. Les plans $c = 0$ sont simples à utiliser et à administrer puisque plus d'importance est accordée à la règle de zéro défaut et à la prévention de la responsabilité des produits. Les concepts indiqués ici fournissent un ensemble de plans par attribut pour un contrôle par lot de produits. Le critère d'acceptation

dans tous les cas est zéro défaut. Ceci signifie que pour un certain niveau de protection, un effectif de l'échantillon est choisi et en présence d'un ou plusieurs attributs non conformes, le lot sera «refusé».

L'expression «refuser un lot» ne signifie pas nécessairement que le lot sera rejeté. Un lot n'est pas accepté ou rejeté automatiquement en présence d'une ou de plusieurs non-conformités. Il est accepté uniquement si l'échantillon ne contient aucune non-conformité.

Le refus du lot entraîne un passage en revue et le retrait par le personnel technique ou administratif en fonction de l'ampleur et de la gravité. Ceci est lié à l'état critique, majeur ou mineur de l'attribut, ou si l'identification de la non-conformité aux exigences a été définie comme un défaut critique, majeur ou mineur.

Le mot «défectueux» est généralement utilisé en contrôle de la qualité pour décrire une pièce, un composant, un élément ou n'importe quelle autre unité de produit qui contient un ou plusieurs défauts. Le mot «défaut» est généralement utilisé pour décrire une caractéristique non conforme particulière sur une unité de produit.

4.2 Plans d'échantillonnage par attribut

4.2.1 Généralités

Les paragraphes suivants présentent des plans de description d'attribut d'effectif de lot et les comparent à d'autres plans. Il existe deux grandes catégories d'échantillonnage comme suit:

- a) continu,
- b) lot de production.

4.2.2 Echantillonnage continu

L'échantillonnage continu est souvent utilisé quand des unités de produit sont soumises une par une. Ceci peut s'appliquer aux processus de production dans lesquels un produit se déplace dans différentes étapes. Le produit se déplaçant sur un convoyeur peut également être considéré comme candidat pour l'échantillonnage continu. L'industrie ne procède plus aux contrôles de la qualité en fin de ligne, et donc l'échantillonnage ou les contrôles en cours de fabrication constituent une manière pour les entreprises de maintenir le contrôle de processus statistique.

Le plan d'échantillonnage continu peut demander un contrôle fréquentiel, c'est à dire une unité sur cinq. Même si les produits sont bons, ce contrôle fréquentiel subsiste. Toutefois, si une unité est non conforme, un contrôle de 100 % est repris jusqu'à ce que le nombre spécifié de produits conformes consécutifs soit atteint. Alors, le processus repasse au contrôle de fréquence.

Une décision en matière de qualité peut être, par exemple, d'effectuer un échantillonnage continu sur cinq échantillons pendant une heure spécifique, sur un total de trente produits en cours de fabrication. Si en fonction des caractéristiques contrôlées (par exemple, un pont de soudure à un endroit spécifique), rien n'est observé pendant un certain nombre d'heures, la durée peut être augmentée sans changer l'effectif d'échantillonnage. A ce stade, les échantillons considérés représentent une portion d'une plus grande quantité de produits en cours de fabrication. Le contrôle se fait durant une plus longue période avant que la prochaine réduction se fasse de nouveau sur moins d'échantillons, ou en augmentant la durée pendant laquelle les échantillons sont sélectionnés aléatoirement.

4.2.3 Attributs des lots de production

Les descriptions des effectifs des lots de production implique que les unités de produit soient présentées dans un groupe ou un lot pour le contrôle, par opposition à la présentation un par un. Dans ce cas, un échantillon de taille spécifiée est prélevé et comparé à certains critères d'acceptation. Dans le passé, les plans d'échantillonnage autorisaient une certaine quantité de

défectueux dans l'échantillon; le plan $c = 0$ ne le permet pas. Dans le plan $c = 0$, les attributs évalués sont soit conformes, soit non conformes. La méthode du tout ou rien est souvent utilisée dans les plans par attributs.

4.2.4 Variables des lots de production

Une autre procédure d'échantillonnage de lots de production implique l'analyse des caractéristiques mesurées dans laquelle les attributs varient par rapport à leurs exigences. La différence entre l'échantillonnage variable et l'échantillonnage par attribut implique essentiellement le contrôle d'un plus petit effectif de l'échantillon pour obtenir la même protection que celle obtenue avec un plan par attribut. Toutefois, les économies réalisées grâce à ces plus petits effectifs de l'échantillon sont assez souvent compensées par le calcul nécessaire et les mesures effectuées et enregistrées. De plus, la différence essentielle entre l'échantillonnage variable et l'échantillonnage par attribut ne réside pas dans les effectifs d'échantillons relatifs, mais dans le fait que l'échantillonnage variable se fonde sur des mesures, tandis que l'échantillonnage par attribut repose sur une classification.

Lorsque des données sur les variables d'une opération de contrôle sont nécessaires, les plans de variables doivent être absolument pris en compte. L'utilisation des plans de variables est nécessaire lorsque la distribution des données des variables peut améliorer le procédé de fabrication. Il peut également être important d'établir des caractéristiques maximales et minimales afin que le client soit conscient des modifications qui pourraient être nécessaires pour réduire l'écart entre les deux limites afin de remplir les exigences du client (cible). L'enregistrement des données relatives au respect des valeurs cibles pour une exigence particulière, fait par le fabricant, peut permettre d'indiquer quand le processus commence à devenir hors de contrôle en raison de la distribution des mesures à l'intérieur des limites supérieure et inférieure d'acceptation spécifiées. Dans l'échantillonnage des variables de lots de production, les informations sont rassemblées principalement pour aider à garantir la fabrication d'un produit acceptable en indiquant la distance par rapport à la cible fournie par le contrôle par lot.

4.3 Plans d'échantillonnage non-statistiques

Il existe des cas où on peut visuellement assurer zéro défaut, bien que l'effectif de l'échantillon ne puisse pas logiquement être défini en termes de risques statistiques. De tels effectifs d'échantillon sont généralement exceptionnellement faibles pour les attributs les plus importants, la connaissance du processus et des facteurs de contrôle est donc essentielle. Le perçage des circuits imprimés peut se servir d'un contrôle sur un premier élément comme méthode pour déterminer si les machines-outils qui percent les trous remplissent les critères des exigences. Aucun examen supplémentaire du produit n'est effectué. Cependant, afin de garantir que le processus de fabrication est bien sous contrôle, un échantillonnage peut être effectué sur la perceuse, sur tout changement de ses caractéristiques de vitesse, du convoyage des circuits imprimés, ou d'autres fonctions du procédé automatique qui pourraient se répercuter sur la qualité approuvée du premier élément.

Afin d'éviter toute confusion sur la justification de tels effectifs d'échantillon sur les plans de contrôle, il convient d'utiliser des notations spécifiques pour éviter toute ambiguïté avec les risques statistiques. Il convient de noter la raison d'un tel choix, soit directement dans le plan, soit dans les normes techniques sur la qualité.

Un exemple pourrait être une opération d'échantillonnage dans laquelle on inspecte les dimensions uniquement du premier élément et du dernier élément d'un lot. Cela peut également être effectué lors du premier et du dernier usage de l'outil de perçage, qui se fait dans un coupon de contrôle. Cela permet d'examiner les caractéristiques des trous percés en premier et en dernier et de déterminer si tous les trous percés entre temps sont de bonne qualité. Un autre exemple peut être l'évaluation d'un certain nombre de produits pendant une séquence de temps particulière. Si les produits sont différents, la technique peut être normalisée en évaluant la quantité d'unité de surface traitée le long d'un convoyeur pendant une période de temps particulière. Dans ce cas, une variété de produits peut être mesurée et

évaluée. Le système serait alors jugé contrôlé ou hors de contrôle, selon la non-conformité par unité de surface pendant des séquences de temps spécifiques.

Les valeurs d'indice plus élevées dans les plans $c = 0$ sont également utilisées là où un contrôle de processus favorable a été démontré et où seul un audit est nécessaire. Bien que les risques statistiques semblent élevés, les risques pratiques seraient exceptionnellement faibles.

4.4 Définition des plans $c = 0$

De nombreux plans ont utilisé le concept $c \geq 0$. Ces plans sont orientés niveau de qualité acceptable (NQA). Essentiellement, un NQA est un pourcentage spécifié considéré comme indiquant une bonne qualité. Dans tout plan d'échantillonnage, une courbe d'efficacité peut être produite pour définir le risque d'accepter des lots comportant différents pourcentages de non conformités ou de défectueux. Ces plans sont tombés en désuétude à la fin des années 80, car la livraison de produits prêts pour l'expédition et comportant des attributs non conformes connus était considéré à tort comme une bonne pratique.

Quand le concept de NQA est utilisé, une probabilité d'acceptation élevée liée au pourcentage de NQA existe. Normalement, la probabilité du niveau d'acceptation est comprise entre 0,90 et 0,98. Le risque de rejeter ce pourcentage de NQA est de l'ordre de 0,10 à 0,02. On appelle ce risque le «risque du producteur».

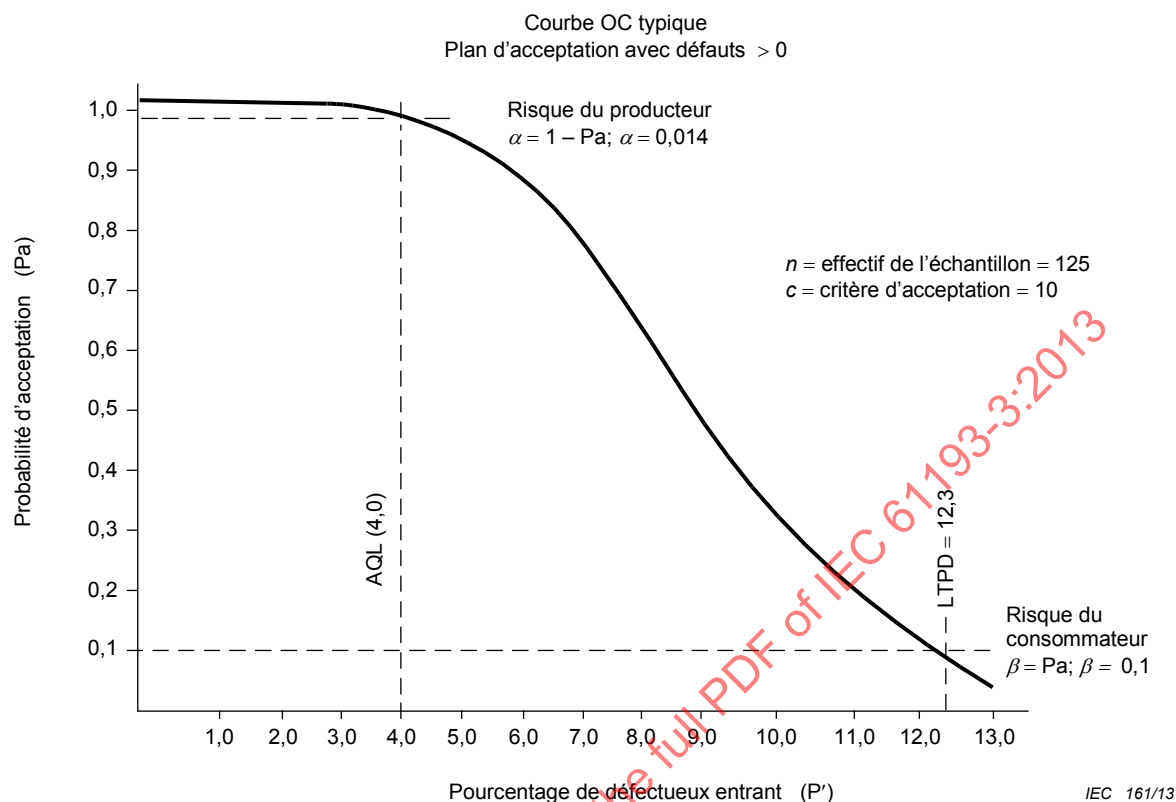
L'utilisation du concept NQA repose sur l'hypothèse selon laquelle un accord a été conclu entre le producteur et le consommateur. Bien que le terme "qualité" figure dans l'abréviation NQA, le choix de cette méthode est le pire niveau de qualité acceptable, puisque des produits non conformes peuvent être trouvés dans l'effectif d'échantillons sans empêcher que le lot de production soit livré au client, voir le Tableau 1. Puisqu'on procède à un échantillonnage, le producteur doit assumer le risque de voir un lot rejeté, même si le pourcentage réel de défectueux est inférieur ou égal à celui spécifié dans le NQA.

Il est également important qu'une distinction soit faite dans les caractéristiques des attributs de non-conformité par le client ou les exigences des spécifications. De nombreuses normes relatives aux circuits imprimés ou aux stratifiés identifient des caractéristiques comme indicateur de processus et leur permette d'être livré puisqu'ils n'influencent pas les performances du produit. Le plan d'échantillonnage permet par conséquent un nombre moins important de contrôles et se sert des occurrences des indicateurs de processus pour cibler ce qui doit être amélioré. Les égratignures sur les parties conductrices en cuivre sont un exemple de ces indicateurs. D'autres attributs sont définis comme des défauts puisqu'ils ont un impact sur les performances, et, par conséquent, sur toute la ligne de production.

Si aucun accord NQA préalable n'existe et l'échantillonnage doit être effectué simplement parce qu'un contrôle de 100 % n'est pas réalisable, alors on procède généralement à un surcontrôle. En outre, quand un échantillonnage de 100 % n'est pas réalisable, le producteur est encouragé à inspecter un petit nombre d'unités de produit sur des attributs moins critiques. Pour illustrer le concept, si des plans $c \geq 0$ étaient utilisés, un LAQ de 1,0 % peut être utilisé pour les attributs critiques et un NQA de 4,0 pour les attributs majeurs. La technique pour la sélection des échantillons dans la limite d'acceptation de qualité devrait correspondre à un plan $c = 0$ qui n'autoriserait aucun produit non conforme dans les effectifs de l'échantillon.

Statistiquement, les plans de critère d'acceptation égal à 0 ($c = 0$) donnent une assurance égale aux plans basés sur une acceptation de défauts ($c \geq 0$). Ceci peut être vérifié par un examen des courbes d'efficacité (OC, *Operating Characteristics*). Il convient que ces courbes soient fournies avec les plans d'échantillonnage. La Figure 1 présente une courbe OC typique pour un plan $c \geq 0$. L'axe des Y représente une échelle de probabilité et l'axe des X une échelle de possibilité de défectueux entrant. La courbe est produite par des calculs de probabilité basés sur un effectif de 125 échantillons avec un nombre acceptable de défauts égal à 10. En outre, le risque du producteur est affiché, c'est-à-dire un risque de rejet d'un bon lot de

produits et le risque du consommateur associé, c'est à dire le risque d'acceptation d'un mauvais lot de produits.



NOTE 1 Les valeurs proviennent de l'analyse de la distribution de Poisson ($\alpha = 0,0137$ selon la distribution de Poisson et $0,0119$ selon une distribution binomiale. $\beta = 0,1013$ selon la distribution de Poisson et $0,0868$ selon une distribution binomiale).

NOTE 2 Pour des courbes OC typiques voir ISO 2859-1.

Figure 1 – Courbe OC typique pour un plan $c \geq 0$

Outre le NQA et le risque du producteur, il y a un paramètre appelé pourcentage de défectueux toléré par lot (LTPD, *Lot Tolerance Percent Defectives*). Ce LTPD est considéré de faible qualité et est parfois identifié comme risqué pour le client. Plusieurs plans d'échantillonnage peuvent avoir plusieurs courbes OC qui passent par le même point de risque du producteur/NQA. Toutefois, pour chacun de ces plans il y aura un LTPD différent à une probabilité constante de niveau d'acceptation. Cette probabilité de niveau d'acceptation correspondant au LTPD est habituellement faible et une probabilité de $0,10$ est largement acceptée. On appelle ce niveau de probabilité le «risque du consommateur».

L'utilisateur de plans d'échantillonnage doit choisir le plan qui fournira une protection raisonnablement bonne pour l'acceptation de lots avec des pourcentages de défectueux pas beaucoup plus grands que le NQA. Le point de risque du producteur/NQA étant fixé, plus le LTPD s'approche du NQA, plus l'effectif de l'échantillon et le critère d'acceptation augmentent. La Figure 2 est une comparaison entre une courbe OC pour un plan $c \geq 0$ et une courbe OC équivalente pour un plan $c = 0$. Cet exemple illustre que la courbe $c = 0$ avec un petit échantillon de 18 et un critère d'acceptation de 0 est supérieure ou égale au plan $c = 0$ avec un échantillon relativement grand de 125 et un critère d'acceptation de 10 . La probabilité du risque du producteur peut être supérieure à certains niveaux avec le plan $c = 0$.

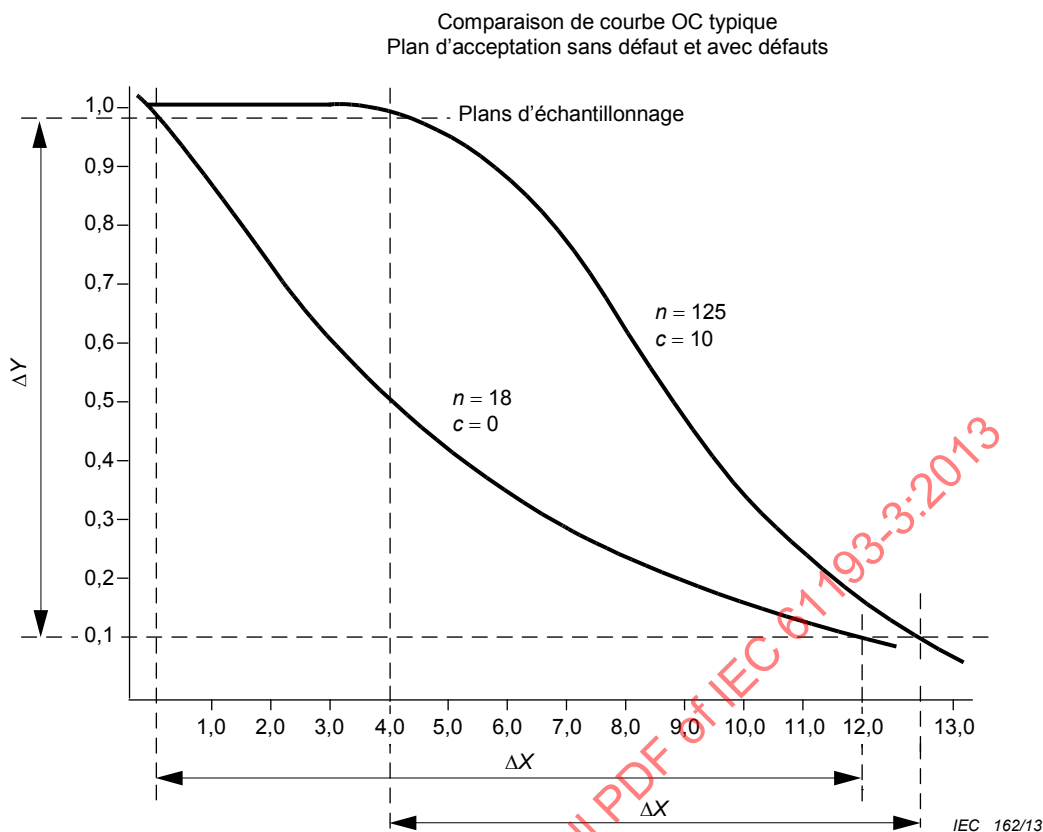


Figure 2 – Comparaison de la courbe OC d'un plan $c \geq 0$ et de la courbe OC d'un plan $c = 0$

L'industrie a tendance à mesurer la production, déterminer le rendement, puis opter pour un niveau de défautueux acceptable basé sur ces informations. Ces systèmes généralement basés sur le niveau de qualité acceptable (NQA), permettent d'éviter de revoir la validité des spécifications, de rechercher les causes des défauts ou d'améliorer la qualité globale du produit.

Le Tableau 1 est une comparaison entre un ensemble de plans $c = 0$ et les plans $c \geq 0$ antérieurs.

Tableau 1 – Comparaison de plans de contrôle

Plan $c \geq 0$	NQA	Effectif de l'échantillon	Critère d'acceptation
	1,0 %	125	3
	4,0 %	125	10
Plan $c = 0$	LAQ associé	Effectif de l'échantillon	Effectifs acceptés
	1,0 %	42	0
	4,0 %	18	0

Les plans $c = 0$ assurent une protection LTPD supérieure ou égale pour le niveau «risque du consommateur» de 0,10. En outre, les attributs ou les caractéristiques moins critiques sont moins contrôlés.

Toutes les caractéristiques du plan $c = 0$ sont présentées dans le Tableau 2. Elles correspondent aux NQA des plans $c \geq 0$ (Niveau de Qualité Acceptable) en utilisant les mêmes colonnes de pourcentage de probabilité pour évaluer le nombre d'échantillon à prélever. Dans les plans de limite d'acceptation de qualité $c = 0$, la même protection est apportée au client.

La méthode de développement des plans permet une simple conversion des anciennes pratiques vers les plans $c = 0$. Le Tableau indique les limites de qualité acceptables en tant que "valeurs d'indice de gestion des risques" car ce ne sont pas des niveaux de qualité acceptable. Ils sont une indication de la probabilité de certaines occurrences de produits non conforme dans le lot de production, bien que l'effectif de l'échantillon ne montre pas ces anomalies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

Effectif du lot	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	Effectif de l'échantillon															
2 – 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2
9 – 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16 – 25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	2
26 – 50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	5	3
51 – 90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91 – 150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151 – 280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	19	13	10	7	6
281 – 500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501 – 1 200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1 201 – 3 200	1 250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3 201 – 10 000	1 250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10 001 – 35 000	1 250	800	500	315	300	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35 001 – 150 000	1 250	800	500	490	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150 001 – 500 000	1 250	800	750	715	476	345	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500 001 et plus	1 250	1 200	1 112	715	556	435	303	244	189	143	102	64	40	29	15	9

Remarque:

a) Le symbole * indique que le lot entier doit être contrôlé.

b) Si l'effectif du lot est plus petit que l'effectif de l'échantillon, il convient de contrôler le lot entier.

c) Si des échantillons ne contiennent pas de défaut, le lot entier est accepté. Si l'échantillon contient un ou plusieurs défauts, le lot entier est rejeté.

a) Le symbole * indique que le lot entier doit être contrôlé:

- a) Le symbole * indique que le lot entier doit être contrôlé.
- b) Si l'effectif du lot est plus petit que l'effectif de l'échantillon, il convient de contrôler le lot entier.
- c) Si des échantillons ne contiennent pas de défaut, le lot entier est accepté. Si l'échantillon contient un ou plusieurs défauts, le lot entier est rejeté.

Il convient de noter que l'idée de refuser plusieurs lots dans le cadre des plans $c = 0$ peut se produire en raison du critère d'acceptation égal à zéro. Outre l'expérience, qui a prouvé que des économies considérables peuvent être faites, il convient de considérer les points suivants:

- si la qualité est très mauvaise, un critère d'acceptation supérieur à zéro ne sera pas de grande utilité;
- pour autoriser des critères d'acceptation supérieurs à zéro dans le plan, on autorise en fait un inspecteur à accepter des pièces qui peuvent ne pas être utilisables;
- le critère d'acceptation égal à zéro force un examen de tous les défectueux par le personnel du service qualité afin d'effectuer un retrait correct;
- si l'on recherche à obtenir zéro défaut, il convient évidemment de ne pas autoriser sciemment l'expédition de défectueux.

Les plans $c = 0$ ont été conçus essentiellement pour offrir une meilleure protection du consommateur et un niveau de qualité moyenne en sortie supérieur. Dans une colonne particulière des détails représentés dans le Tableau 2 représentant la valeur d'indice, les courbes d'efficacité diffèrent sensiblement entre les plans $c = 0$ et $c \geq 0$, et plus particulièrement lorsque l'effectif du lot augmente. La raison de cette caractéristique est, outre satisfaire la relation statistique, que l'on considère généralement plus pratique d'avoir une plus grande protection sur des effectifs de lot plus grands. Le Tableau 3 présente des lignes directrices pour la sélection des effectifs d'échantillon et est issu des normes relatives aux exigences des caractéristiques des cartes imprimées et des produits stratifiés. Le Tableau A.1 de l'Annexe A présente un plan d'échantillonnage consensuel de la CEI 62326-4 qui identifie les différentes caractéristiques des produits, le nombre d'échantillons qu'il convient de prélever pour les niveaux de performance A, B et C, et les valeurs d'indice de gestion des risques à utiliser dans le Tableau 2.

Tableau 3 – Guide sur la sélection de l'effectif de l'échantillon

Attributs	Défauts		
	Critiques	Majeurs	Mineurs
Critiques	0,1	1,0	2,5
Majeurs	1,0	2,5	4,0
Mineurs	2,5	4,0	6,5

L'utilisation d'effectifs de l'échantillon constants entraîne souvent une combinaison de surcontrôle et de sous-contrôle. Toutefois, pour une large gamme d'effectifs de lot, afin de développer une stratégie de contrôle, il convient de procéder à une évaluation de la classification des attributs (critiques, majeurs, mineurs). Il convient que cette liste de comparaisons identifie le facteur de gestion des risques (valeur d'indice) représenté dans le Tableau 2 et que les plans $c = 0$ à utiliser soient autorisés quand

- les pièces fabriquées doivent être normalement totalement conformes aux exigences des spécifications;
- on souhaite moins contrôler les caractéristiques moins critiques;
- un échantillonnage est effectué parce que le contrôle de 100 % sur tous les attributs de toutes les unités de produit n'est pas réalisable;
- des contrôles ne peuvent pas accepter sciemment de produits non conformes;
- un audit est nécessaire pour l'assurance de la validation de processus, les dégâts potentiels pendant le transport, la certification des fournisseurs ou la vérification de l'inventaire.

5 Classification des attributs

5.1 Généralités

Le classement des attributs fait partie du processus de sélection des plans d'échantillonnage appliqués à des attributs individuels et/ou groupés pour le contrôle.

5.2 Attribution de classification

La classification d'attributs individuels liée à des exigences spécifiées est attribuée en fonction de l'importance ou de la gravité. Toute non-conformité à la forme finale, à l'ajustement, au fonctionnement et à l'utilisation prévue de l'unité de produit est habituellement interprétée comme une non-conformité aux exigences. Les attributs sont classés selon un des cas suivants:

- a) critiques;
- b) majeurs;
- c) mineurs.

Le segment de marché ou l'utilisation finale prévue d'une unité de produit influencera la classification des attributs. Exemple: un attribut identique qui peut être considéré comme «critique» dans le domaine de l'aviation, mais «majeur» ou même «mineur» dans le segment de marché des biens de consommation.

Le Tableau 4 présente des environnements élémentaires d'utilisation finale dans le cadre de la classification des attributs.

Tableau 4 – Environnements d'utilisation les plus défavorables

Catégorie d'utilisation	Gammes de températures			t_d h	Cycles/an	Années typiques de service	Risque de défaillance acceptable approx. en %
	T_{min} °C	T_{max} °C	ΔT^b °C				
1) Consommateur	0	+60	35	12	365	1 à 3	1
2) Ordinateurs	+15	+60	20	2	1 460	5	0,1
3) Télécoms	-40	+85	35	12	365	7 à 20	0,01
4) Aviation commerciale	-55	+95	20	12	365	20	0 001
5) Habitacle automobile	-55	+95	20 & 40 & 60 & 80	12 12 12 12	185 100 60 20	10	0,1
6) Armée de terre & marine ^a	-55	+95	40 & 60	12 12	100 265	10	0,1
7) Satellite géostationnaire et à orbite basse	-55	+95	3 à 100	1 12	8 760 365	5 à 30	0,001

Catégorie d'utilisation	Gammes de températures			t_D h	Cycles/an	Années typiques de service	Risque de défaillance acceptable approx. en %
	T_{min} °C	T_{max} °C	ΔT^b °C				
8) Avionique militaire a b c	-55	+95	40	2	365	10	0,01
			60	2	365		
			80	2	365		
			& 20	1	365		
9) Equipements automobiles sous le capot	-55	+125	60	1	100	5	0,1
			& 100	1	300		
			& 140	2	40		

^a & = en plus

^b ΔT représente l'excursion maximale des températures, mais n'inclut pas les effets de dissipation de puissance.

Parfois les accords contractuels entre le consommateur et le producteur indiquent l'acceptation des performances conformément à une norme approuvée. La CEI 62326-4 est un exemple de norme qui utilise des plans d'échantillonnage $c = 0$. Cette norme spécifie les exigences de performances dans un tableau pour les cartes imprimées multicouches utilisées dans les équipements électroniques.

Le tableau de la CEI 62326-4 a établi les critères d'échantillonnage pour chaque attribut ou exigence indiqué dans la norme. Ceux-ci sont identifiés comme un facteur de gestion des risques (RMF) par opposition aux anciennes identifications NQA. Ceci a été effectué pour mettre en valeur la recommandation selon laquelle certains effectifs d'échantillon «basés sur le facteur de gestion des risques» exigeaient que le nombre choisi soit suffisant pour assurer la protection sur des attributs critiques en utilisant un pourcentage inférieur de pièces non conformes dans l'échantillon évalué (voir Annexe A).

L'attribution d'une classification à différents attributs est de la responsabilité de l'utilisateur ou du client. L'Annexe A présente un exemple de caractéristiques d'acceptation pour trois niveaux de performance de produit.

5.3 Classification et ajustement des critères de plans d'échantillonnage

Il convient de baser le choix d'un plan d'échantillonnage pour un attribut sur la classification. Toutefois, il convient de considérer le processus de fabrication et la variabilité des procédures qui portent sur la conformité aux exigences d'un attribut particulier. Si, un processus connu, une fois installé, produit des résultats constants, pièce à pièce dans un lot avec peu ou pas de variabilité, il est logique et économique de s'écarter de la mise en œuvre stricte d'un plan d'échantillonnage donné. Dans cette situation, il est possible d'appliquer un audit non statistique en choisissant un plan d'échantillonnage de facteur de gestion des risques inférieur.

5.4 Contrôle de processus

On fera la meilleure utilisation d'un plan d'échantillonnage pour l'industrie de l'électronique en attribuant des décisions d'échantillonnage distinctes basées sur l'impact critique pour chaque caractéristique spécifiée. Pour différentes catégories de produits, des plans sont appliqués aux produits ci-dessous, sans que cette liste soit limitative:

- | | |
|--|-------------|
| a) composants électroniques | CEI 61193-1 |
| b) pièces électromécaniques | CEI 61193-1 |
| c) pièces mécaniques | CEI 61193-1 |
| d) cartes imprimées de produits (circuits imprimés, câblage imprimé) | CEI 61193-3 |
| e) cartes imprimées de composants (circuits imprimés, câblage imprimé) | CEI 61193-2 |

- | | |
|--|--------------------------|
| f) circuits hybrides | CEI 61193-2 |
| g) modules à une seule puce électronique | CEI 61193-2 |
| h) modules à plusieurs puces électroniques | CEI 61193-2 |
| i) ensembles électroniques | CEI 61193-4 ¹ |
| j) fonds de panier électroniques | CEI 61193-3 |

Les niveaux de risque d'échantillonnage seraient applicables aux caractéristiques des unités d'une catégorie de produits où les caractéristiques sont critiques pour la fiabilité, la satisfaction des clients ou la responsabilité des produits. Un plan plus clément peut être appliqué aux caractéristiques qui sont normalement moins critiques pour le fonctionnement ou aux attributs identifiés comme mineurs dans une catégorie de produits particulière. En outre, les plans plus cléments peuvent également être appropriés dans le cas d'outils et de traitements automatiques constants.

6 Evaluation d'indicateur d'écart de processus (PDI, *Process Deviation Indicator*) et défauts

6.1 Généralités

De nombreuses normes de qualité de fonctionnement donnent une liste des défauts typiques inacceptables et doivent être retirés, par exemple pour retouches ou réparation. Le fabricant est responsable d'identifier d'autres zones de risque et de traiter ces préoccupations supplémentaires. Il convient de documenter de tels éléments sur le dessin d'assemblage. Outre les défauts inacceptables présentés, des anomalies et des écarts par rapport aux limites acceptables sont considérés comme des indicateurs d'écart de processus et doivent être surveillés lorsqu'ils sont présents. Généralement, la suppression des écarts de processus indiqués par les PDI n'est pas exigée.

6.2 Contrôle de processus et exigences d'amélioration de processus

Avec la maturité de l'industrie, de nombreux clients n'acceptent pas le contrôle en fin de processus. Ceux-ci exigent l'utilisation de méthodologies de contrôle de processus dans la mise en œuvre et l'évaluation des processus utilisés pour produire des assemblages électriques et électroniques. Si l'utilisateur est d'accord, le fabricant ou l'assembleur peut être exempté de contrôle spécifique de conformité de la qualité. Ainsi, l'échantillonnage par attributs n'est pas une technique souhaitable même avec des plans de contrôle $c = 0$, puisque la pratique implique le contrôle de la qualité dans le produit à la fin de tous les travaux. Néanmoins, la pratique aide à suivre le diagramme systématique du contrôle de processus tel qu'il est représenté sur la Figure 3.

¹ A l'étude.

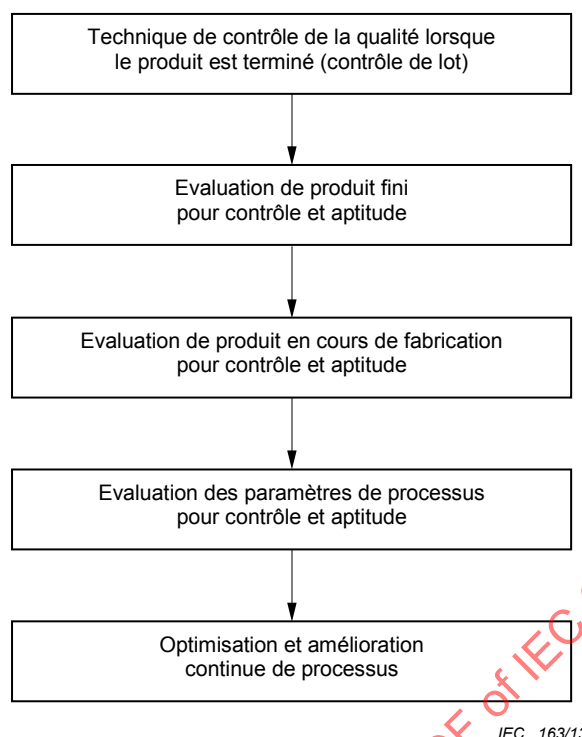


Figure 3 – Diagramme systématique pour mise en œuvre du contrôle de processus

7 Plans de contrôle

7.1 Généralités

Les paragraphes suivants définissent des procédures de mise en œuvre et de fonctionnement du contrôle par attributs utilisant des plans d'échantillonnage $c = 0$.

7.2 Plans d'échantillonnage basés sur le critère d'acceptation égal à zéro

Il reste des domaines dans lesquels l'échantillonnage par attribut a ses mérites, par exemple:

- le producteur de composants électroniques peut commander ce que l'on appelle des lots roque (totalement incorrect), en utilisant un échantillonnage, et en même temps et sur le long terme, collecter des informations de valeur sur les défaillances dans son processus et ses produits. Ces informations peuvent également être utilisées pour calculer les valeurs moyennes des processus évalués (APA, *Assessed Process Average*), si elles sont nécessaires;
- il reste toujours des zones de défaillances, comme des défaillances visuelles/mécaniques dans des produits électromécaniques compliqués, où les NQA traditionnels peuvent être utilisés;
- dans la qualification et l'essai périodique des composants, un échantillon représentatif doit être sélectionné, parce que tous les composants ne peuvent pas être soumis à un essai.

Il est possible de générer des tableaux d'acceptation et de retrait pour procéder à l'essai d'attributs basé sur le critère d'acceptation égal à zéro. **Il est très important que, quel que soient les niveaux statistiques utilisés, le critère d'acceptation de défaillances soit égal à zéro.** Ceci a une forte signification psychologique, et renforce la confiance entre producteur et client. Ceci est vrai, même si on doit comprendre que les probabilités statistiques de comporter des défaillances ne sont pas différentes avec un critère d'acceptation égal à zéro et un critère d'acceptation différent de zéro, si les statistiques utilisées sont identiques.

L'essai d'attribut peut rester un outil viable dans l'assurance de la qualité, quand seul le critère d'acceptation égal à zéro défaillance est utilisé.

7.3 Autorité responsable

Lorsque cela est spécifié par une autorité responsable, la présente norme doit être appelée dans la spécification, le contrat, les instructions de contrôle ou tout autre document et les dispositions établies ci-dessus doivent prévaloir. L'autorité responsable doit être indiquée dans un des documents de contrôle énumérés. Il convient de noter que l'autorité responsable sera normalement le client.

7.4 Application

Les plans d'échantillonnage indiqués dans cette publication sont applicables, sans y être limités, au contrôle des éléments suivants:

- a) éléments d'extrémité;
- b) matériaux stratifiés;
- c) structures de cartes imprimées.

Ces plans doivent être utilisés principalement pour des lots généralement connus comme ayant été produits ou fabriqués dans des conditions constantes et/ou continues, ayant une seule origine, et normalement entièrement conformes aux exigences des spécifications. Les plans peuvent également être utilisés pour le contrôle de lots isolés, mais dans ce cas, l'utilisateur peut souhaiter consulter les courbes d'efficacité pour trouver un plan qui donnera la protection désirée. Il convient d'utiliser ces plans uniquement pour des éléments achevés, tels que des éléments sortant (chez le fournisseur) et/ou entrant (chez le client). Toutefois, les plans d'échantillonnage peuvent être utilisés dans des situations d'audit telles qu'un audit des stocks pour l'assurance ou des dégâts potentiels pendant le transport, ou être utilisés dans le cadre d'une procédure de certification de fournisseur.

Il convient d'utiliser les méthodes et les procédures de contrôle de processus statistique (SPC) pendant les étapes de production/fabrication dans le processus.

7.5 Spécification du plan d'échantillonnage

Normalement, un facteur de gestion des risques et un plan d'échantillonnage associé sont spécifiés par l'utilisateur/client pour les attributs dans chaque classification, selon l'influence du segment de marché et les facteurs de variabilité. Il existe également un impact élevé provenant du secteur technologique pour le produit dans chaque segment de marché ou dans l'environnement dans lequel le produit doit être utilisé.

Le Tableau 5 est un exemple de la façon dont un utilisateur/client pourrait spécifier des plans d'échantillonnage par attribut pour un segment du marché particulier, pour des accords contractuels internes ou externes. Il s'agit de catégorisations générales qui peuvent être plus rigoureuses pour les attributs critiques.

**Tableau 5 – Critères généraux de plan d'échantillonnage
par secteurs industriels/technologiques**

	Systèmes hautes performances	Systèmes d'environn- ement difficile	Systèmes portatifs	Systèmes sensibles aux performances et au coût	Systèmes bon marché/ volume élevé
Automobile	0,01	0,15	0,04	0,15	2,5
Militaire	0,01	0,15	0,04	0,25	2,5
Communication	0 015	0 025	0 065	0,25	4,0
Ordinateurs	0 025	0,4	0,10	0,25	4,0
Affaires	0,04	0 065	0,15	0,25	4,0
Instrumentation	0 065	0,10	0,15	0,40	6,5
Industrie	0,10	0,15	0,40	1,0	6,5
Consommateur (grand public)	0,40	0,65	2,5	6,5	10

7.6 Soumission de produit

Les évaluations de la conformité de la qualité sont effectuées sur des produits fabriqués et destinés à être livrés au client. Quand la conformité de la qualité est évaluée par des techniques de contrôle d'échantillonnage, le choix de l'effectif de l'échantillon doit provenir du Tableau 2. Pour les performances, le facteur de gestion des risques pour le contrôle de lot est prescrit dans la norme, dans les spécifications du client ou il provient de l'exemple du Tableau 5. L'effectif de l'échantillon de contrôle de lot prescrit est applicable, à moins qu'un contrôle en cours de fabrication ait été établi, avec la preuve vérifiable de la corrélation avec les exigences des produits finis. Pour le contrôle de conformité de la qualité, les produits de structures semblables peuvent être rassemblés dans un lot de contrôle. La Figure 4 présente des exemples d'attributs différents qui ont été jugés défectueux en fonction de critères de contrôle.

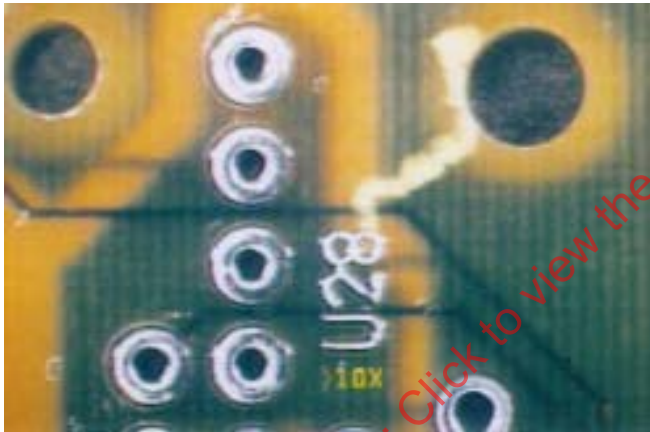
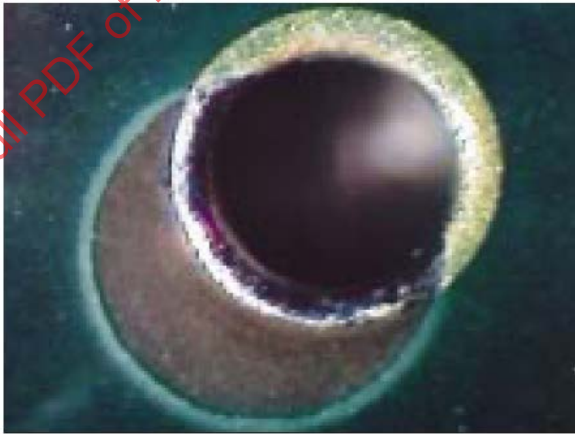
Bavures non conductrices	Entailles sur les bords des cartes
	
Inclusions étrangères	Positionnement du masque de brasure
	

Figure 4 – Attributs non conformes aux exigences de spécification

IEC 164/13

Pour qu'un lot soit accepté, tous les spécimens d'essai de l'échantillon doivent être conformes aux exigences. Si un lot de contrôle est rejeté, le fabricant peut inspecter 100 % du lot et éliminer les unités défectueuses lorsque des défauts ont été identifiés dans l'échantillon. Les unités défectueuses peuvent être passées en revue et acceptées par accord entre le client et le fabricant. Pour être accepté, il convient de contrôler une nouvelle fois le lot éliminé en sélectionnant un autre échantillon dans le plan d'échantillonnage selon le facteur de gestion des risques décrit.

Quand des techniques de contrôle de lot sont utilisées pour l'évaluation de la qualité, le fabricant peut réduire l'effectif de l'échantillon indiqué dans le Tableau 2 pour le facteur de gestion des risques suivant moins rigoureux.

- cinq lots de contrôle consécutifs, de taille semblable, ont été acceptés en utilisant le niveau de performance spécifié et les critères d'évaluation courants;
- le temps écoulé entre le premier lot de contrôle et le cinquième lot de contrôle était inférieur à 12 mois;
- l'évaluation réduite est appliquée aux lots de contrôle de taille semblable ou moins;
- l'enregistrement de certification doit indiquer et vérifier les changements de niveaux d'évaluation.

Cette procédure peut être suivie deux fois, si les mêmes critères sont satisfaits. Un contrôle normal doit être repris si un lot de contrôle est rejeté.

Les contrôles de lot peuvent être encore réduits ou arrêtés si des techniques de contrôle de processus sont établies, avec une corrélation avec les exigences des produits finis.

Les clients doivent être informés des procédures d'évaluation de la qualité menées, et doivent être notifiés du contrôle de lot réduit ou du passage d'un contrôle de lot à un contrôle et des essais en cours de fabrication.

L'Annexe A présente un exemple des exigences d'échantillonnage pour les cartes multicouches; l'Annexe B présente un exemple des exigences de méthode d'essai et d'échantillonnage pour un stratifié plaqué cuivre.

8 Classification des défauts

8.1 Généralités

Une norme CEI contiendra généralement des informations complètes sur l'évaluation de la qualité pour que n'importe quel produit soit entièrement conforme aux exigences pour différents niveaux de performance. Les données du plan d'échantillonnage doivent spécifier le niveau approprié de contrôle de conformité de la qualité du Tableau 2, ainsi que les attributs (critiques, majeurs, mineurs) et les caractéristiques des défauts (critiques, majeures, mineures).

Sauf indication contraire, des spécimens d'essai conçus spécialement peuvent être utilisés pour effectuer des essais pour le contrôle de lot et le contrôle périodique.

Quand des spécimens d'essai conçus spécialement doivent être utilisés, leur description doit être incluse dans la documentation. Ils peuvent être basés sur les caractéristiques appropriées du produit prêt pour l'expédition. Une consultation entre fabricant et client est généralement nécessaire.

8.2 Données sur les spécifications particulières des clients

Il convient que les spécifications particulières (CDS, *Customers Detail Specification*) d'un client contiennent également toutes les informations nécessaires pour définir clairement et complètement le produit. Ceci inclut les conditions d'acceptation cibles ainsi que ce qui constitue une non-conformité.

Des précautions doivent être prises pour éviter toute exigence inutile. Les écarts admissibles doivent être indiqués là où cela est nécessaire et les valeurs nominales sans tolérances ni maximum ou minimum doivent être indiquées là où elles suffisent. Là où des tolérances précises sont nécessaires pour certains produits, elles doivent être appliquées et limitées à ces produits.

Les lots 1 à m doivent inclure tous les lots échantillonnés du lot 1 au lot m .

9 Pourcentage de défectueux par million d'opportunités

9.1 Généralités

L'objectif de l'approche en défauts par million d'opportunités (DPMO, *Defect Per Million Opportunities*) est de caractériser la qualité des lots de produits prêts pour l'expédition. Ceci suppose la présence d'un processus de fabrication uniforme qui a le contrôle pour éliminer les lots non-représentatifs.

Des échantillons, prélevés au hasard dans des lots individuels qui constituent la population, sont évalués en fonction d'audits effectués sur les produits prêts pour l'expédition. Voir ISO 14560:2004.

Le résultat succès/échec est utilisé comme information finale d'acceptation de lot. On suppose que pour les lots de produits qui ne satisfont pas les critères de contrôle d'acceptation, soit les lots sont traités une nouvelle fois à 100 % avec toutes les pièces non conformes retirées, soit les lots sont retirés de l'expédition et mis au rebut.

9.2 Classes de DPMO

9.2.1 Généralités

Les non-conformités doivent être classées par le préparateur de la spécification de la CEI sous une ou plusieurs des classes suivantes (aucun dispositif ne doit être compté plus d'une fois dans une des cinq classes).

9.2.2 DPMO-1 – Non-conformités fonctionnelles seulement

Les dispositifs non conformes qui ne fonctionnent pas.

9.2.3 DPMO-2 – Non-conformités électriques

Les dispositifs non conformes aux paramètres spécifiés qui définissent les caractéristiques électriques essentielles d'un produit (incluent les DPMO-1 électrique).

9.2.4 DPMO-3 – Non-conformités visuelles/mécaniques

Les dispositifs non conformes aux paramètres spécifiés qui définissent les caractéristiques visuelles/mécaniques essentielles d'un produit (incluent les DPMO-1 visuelles/mécaniques).

9.2.5 DPMO-4 – Non-conformités hermétiques

Les dispositifs non conformes aux exigences hermétiques d'un produit (inclut les DPMO-1 Hermétique).

9.2.6 DPMO-5 – Toutes les non-conformités

Tous les dispositifs non conformes à toute exigence de spécification d'un produit. Ceci inclut tous les DPMO-2, DPMO-3 et DPMO-4, plus toutes les autres non-conformités de spécification.

9.3 Estimation de DPMO

9.3.1 Généralités

L'estimation du niveau de non-conformité en DPMO peut être calculée en utilisant l'hypothèse que le contrôle d'échantillonnage par attribut est mené pour un produit qui a effectué tous les processus de fabrication selon les critères rapportés. En outre, les processus de fabrication utilisés pour produire le produit sont maintenus statistiquement en contrôle.

On suppose que pour les lots de produits qui ne satisfont pas le contrôle d'acceptation, soit les lots sont traités une nouvelle fois à 100 % avec toutes les pièces non conformes retirées, soit les lots sont retirés de l'expédition et mis au rebut.

Tous les lots retraités (deuxièmes ou autres soumissions) sont isolés des lots non échantillonnés. Les données de ces lots (c'est-à-dire, autres que les premiers lots de soumission) ne seront pas utilisées dans la compilation en DPMO.

9.3.2 Rapport de DPMO

Pour chaque valeur de DPMO rapportée, le fabricant spécifiera les paramètres qui ont été réellement mesurés et utilisés pour ce calcul. Les non-conformités non liées aux pièces, par exemple les erreurs administratives, doivent ne pas être incluses dans ces calculs.

Puisque les plans sont basés sur $c = 0$, l'effectif de l'échantillon est basé sur la probabilité qu'un certain pourcentage (facteur de gestion des risques) de pièces non conformes soit inclus dans le lot. Il convient d'utiliser le pourcentage probable dans le calcul.

Les données obtenues à partir des hypothèses faites sur les lots qui n'ont pas été soumis à un essai en raison d'un plan d'échantillonnage successif partiel ou d'une dérogation des exigences d'essai, ne peuvent être utilisées dans aucune évaluation de DPMO.

Quand des produits sont fabriqués à plusieurs endroits, les données de ces différents endroits ne peuvent être combinées pour former une valeur de DPMO composée.

9.4 Calculs de DPMO

9.4.1 Généralités

L'estimation du niveau de non-conformité en DPMO est calculée comme suit:

$$DPMO \# = \frac{0,7 + \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}}{\frac{\sum_{i=1}^m n_i}{m}} \times 10^6$$

C'est-à-dire:

$$DPMO \# = \frac{0,7 + \text{Nombre total de non conformités}}{\text{Nombre total contrôlé (soumis à essai)}} \times 10^6$$

où

x_i est le nombre de pièces non conformes trouvées dans le contrôle réel (l'essai de n_i pièces du i ème lot parmi m lots au total).

est la classe désignée de DPMO.

9.4.2 Exigences d'échantillonnage

x_i et n_i sont déterminés pendant l'audit final ou l'acceptation du lot sur un lot avant de l'expédier à un client. La seule exigence sur la procédure d'échantillonnage est que les pièces doivent être sélectionnées aléatoirement.

Les lots 1 à m doivent inclure tous les lots échantillonnés du lot 1 au lot m .

10 Utilisation des plans d'échantillonnage

10.1 Généralités

Il existe de nombreuses manières d'appliquer les critères de plan d'échantillonnage $c = 0$. Chaque application a ses mérites et il est important d'utiliser la méthode la plus fiable qui est corrélée aux produits fabriqués.

10.2 Groupement des essais

Les essais peuvent être classés en catégories afin de refléter les différents groupements de contrôle.

Les catégories couvrent le contrôle de lot et les essais périodiques. Les essais peuvent être destructifs et peuvent exiger l'utilisation de spécimens d'essai standards. Les spécimens peuvent être inclus sur le lot de production ou peuvent être produits séparément en même temps que le lot de production. Il convient que les spécimens d'essai soient faits des mêmes matériaux et processus afin d'être représentatifs du produit et du processus. Si des spécimens séparés sont fabriqués, ils doivent être espacés en production dans des quantités telles qu'une bonne évaluation moyenne peut être faite.

10.3 Catégorisation

Différentes techniques peuvent être utilisées pour classer en catégories le contrôle et l'évaluation de la qualité des attributs liés aux produits prêts pour l'expédition. Chaque catégorie est constituée de sous groupes en fonction des produits évalués. Certaines de ces catégories sont les suivantes.

- Catégorie V – Contrôle visuel
- Catégorie D – Contrôle dimensionnel
- Catégorie S – Contrôle d'état de surface
- Catégorie E – Contrôle électrique
- Catégorie P – Contrôle physique
- Catégorie Y – Contrôle de l'intégrité de la structure
- Catégorie Z – Cette catégorie couvre tous les essais qui peuvent être nécessaires en plus des essais des catégories de contrôle V, D, S, E, P et Y pour effectuer un programme d'essai entier. Les essais de la catégorie Z sont généralement effectués à des intervalles de 12 mois. Ils peuvent être effectués progressivement sur une période de 12 mois.

10.4 Contrôles et essais en cours de fabrication

Les contrôles et essais en cours de fabrication peuvent être appliqués à toutes les exigences présentées dans la norme, les spécifications ou les spécifications particulières des clients, et sont exigés à certaines étapes. Les données des contrôles et essais en cours de fabrication doivent être conservées comme preuve vérifiable de la conformité aux exigences. Les données doivent être disponibles et vérifier une corrélation avec les exigences des produits finis. Les contrôles et les essais en cours de fabrication peuvent être mis en œuvre pour des exigences sélectionnées tout en continuant le contrôle de lot pour d'autres exigences. En fonction des progrès accomplis sur la mise en œuvre des contrôles de processus et en cours de fabrication, le fabricant peut prouver la conformité aux spécifications avec:

- le contrôle de lot de conformité de la qualité;
- le contrôle de produits finis;
- le contrôle en cours de fabrication;
- le contrôle des paramètres de processus.

Un fabricant peut choisir d'utiliser une combinaison de ces techniques pour prouver les conformités aux exigences.

Quand un accord a été conclu entre un client et un fabricant, les contrôles et essais en cours de fabrication peuvent être remplacés par les essais appropriés et l'échantillonnage prescrit dans le calendrier de contrôle de conformité de la qualité, à condition que:

- les contrôles et essais en cours de fabrication soient effectués sous l'autorité du responsable désigné (inspecteur en chef);
- les étapes des processus ou les périodes de stockage entre les essais en cours de fabrication et l'achèvement des unités de produit ne soient pas susceptibles d'affecter les caractéristiques soumises aux essais;
- les données fournies par les essais en cours de fabrication soient corrélées avec les exigences sur les produits finis et assurent le même niveau de performances pour les caractéristiques que celui qui pourrait être démontré dans les essais et le plan d'échantillonnage des produits finis prescrits.

Il convient normalement d'établir un contrôle statistique sur les produits finis avant la mise en œuvre d'un contrôle des paramètres de processus et en cours de fabrication. Toutefois, certaines exigences sur les produits sont toujours évaluées de préférence en cours de fabrication.

Les exigences sur le contrôle en cours de fabrication sont indiquées dans le Tableau 2 sous la forme de facteurs de gestion des risques. Le code de mise en œuvre prioritaire signifie la façon dont il convient d'appliquer l'échantillonnage. Les codes donnés dans le Tableau 6 peuvent être utilisés pour les transmissions des exigences entre l'utilisateur et le fabricant.

Tableau 6 – Contrôle de processus

Code	Mise en œuvre prioritaire
C1	Contrôle des paramètres de processus et/ou en cours de fabrication, mise en œuvre exigée
C2	Contrôle des paramètres de processus et/ou en cours de fabrication, mise en œuvre de première priorité
C3	Contrôle des paramètres de processus et/ou en cours de fabrication, mise en œuvre de deuxième priorité
C4	Contrôle des paramètres de processus et/ou en cours de fabrication, mise en œuvre de troisième priorité
C5	Essai périodique en laboratoire (conjointement avec un contrôle de processus/en cours de fabrication pour la corrélation avec les critères d'essai et les exigences sur les produits)

10.5 Méthodes de mesure indirectes

Le cas échéant, des méthodes de mesure indirectes peuvent remplacer les méthodes directes, à condition que précision et étalonnage nécessaires soient garantis.

EXEMPLE: au lieu de mesurer directement les dimensions, on peut utiliser un calibre de caractéristiques appropriées.

Le cas échéant, le contrôle d'un paramètre de processus peut être la méthode la plus efficace pour assurer la conformité d'un produit aux exigences des spécifications. Dans ce cas, le contrôle d'un paramètre de processus peut être accepté comme la principale méthode d'évaluation de la qualité pour les caractéristiques affectées, à condition qu'un contrôle périodique des produits portant sur les caractéristiques appropriés soit effectué.

EXEMPLE: le contrôle de processus de la chimie de la métallisation est la principale méthode pour assurer l'adhérence des métaux sur les conducteurs des composants. On préfère le

maintien du contrôle de processus couplé au contrôle périodique des produits prêts pour l'expédition au contrôle de lots prescrit dans un plan d'échantillonnage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

Annexe A
(informative)

**Exemple de plan d'échantillonnage consensuel pour trois niveaux de conformité
aux exigences de la CEI 62326-4 Cartes imprimées multicouches**

Le Tableau A.1 indique les exigences de performances par rapport à la CEI 62326-4, cartes imprimées multicouches. Noter que dans la colonne "B" de "Exigences spécifiques pour le niveau de performance", les lettres «EG» sont utilisées pour indiquer que seules les exigences générales doivent être satisfaites. Une explication des abréviations et les conditions du plan d'échantillonnage sont données dans les normes CEI indiquées à l'Annexe A.

Tableau A.1 – Exigences de performances

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V	EXAMEN VISUEL								
V1	Conformité	La configuration, l'identification du marquage et la finition des matériaux doivent être conformes aux CDS lorsqu'ils sont examinés sans agrandissement. Aucun défaut visible ne doit être constaté.	Comme spécifié	– Comme spécifié	– Comme spécifié	6,5 4,0	PB/DP complet	3V04	C4
V2	Aspect et qualité	L'apparence des cartes doit indiquer qu'elles ont subi un traitement soigné et de qualité, selon de bonnes pratiques.	EG –	– EG	– EG	6,5 4,0	PB/DP complet	3V01	C4

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V3	Trous métallisés, état de livraison	Les trous métallisés doivent être propres et ne pas comporter d'inclusion qui pourrait gêner l'insertion des composants et la brasabilité lorsque ces trous sont vus sans grossissement	EG –	– EG	– EG	4,0 2,5	PB complet	3V04	C4
		Le nombre de trous avec des vides de métallisation ne doit pas dépasser le pourcentage spécifié du nombre total de trous métallisés lorsqu'ils sont vus sans grossissement	5 % –	– 1 %	– Aucune	4,0 2,5			C2
		Le nombre de trous avec des vides de métallisation ne doit pas dépasser le pourcentage spécifié du nombre total de trous métallisés lorsqu'ils sont vus sans grossissement	5 % –	– 1 %	– Aucune	4,0 2,5			C2
	Trous présentant des vides de métallisation	La surface totale des vides de métallisation dans un trou ne doit pas dépasser le pourcentage spécifié de toute la surface	5 % –	– 2 %	– 2 %	4,0 2,5			C2
		La plus grande dimension des vides ne doit pas dépasser le pourcentage spécifié de la circonférence du trou dans le plan horizontal ou le même pourcentage de l'épaisseur de la carte dans le plan vertical	15 % –	– 10 %	– 5 %	4,0 2,5			C2

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V4	Trous métallisés après microsection	Les trous métallisés (niveaux B et C) doivent être soumis à l'essai comme ils sont reçus et après un préconditionnement selon le code d'essai Y4. Les vides ne doivent pas coïncider avec des couches de cuivre internes ou externes. Remarques - Tous les examens sont effectués à un grossissement 100× - Les données de contrôle de processus peuvent être utilisées pour compléter/réduire cet essai	- -	EG -	- EG	1,5 1,0	A ou B (3 trous)	3X09	C1
V4.1	Bavure de résine à l'interface	Une bavure de résine entre le bord de la couche de cuivre intérieure et la métallisation continue ne doit pas interrompre la continuité électrique ni dépasser le pourcentage spécifié de l'épaisseur intérieure de la couche de cuivre au niveau de l'interface (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 1).	≤30 % -	- ≤15 % -	- - Aucune	2,5 1,5 1,0			C1
V4.2	Craquelures circulaires du dépôt métallique de cuivre	Il ne doit pas y avoir de craquelures circulaires du cuivre ou de séparation circulaire entre le cuivre et la paroi dans le trou métallisé (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 2).	EG - -	- EG -	- - EG	2,5 1,5 1,0			C1

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V4.3	Séparation entre trou et cylindre de cuivre	La séparation entre la métallisation et la paroi du trou ne doit pas dépasser le pourcentage spécifié de la circonférence du trou (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 2). <i>Remarque</i> Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01	≤50 % – –	– ≤40 % –	– – ≤30 %	2,5 1,5 1,0			C1
V4.4	Craquelure de feuille	Il ne doit pas y avoir de craquelure de feuille	EG – –	– EG –	– – EG	2,5 1,5 1,0			C1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61193-3:2013

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V5	Conducteurs								
V5.1	Conducteurs externes	Il ne doit pas y avoir de craquelure ni de cassure. Les imperfections telles que les vides ou les défauts de bord sont permises à condition que la largeur des conducteurs ou les plages de connexions ne soit pas réduite plus que le pourcentage spécifié (voir la CEI 62326-4: 1996, Figure 3). <i>Remarques</i> – Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01. – Il ne doit pas y avoir d'imperfection dans les zones de contact réelles. – Pour les spécimens d'essai fournis avec un revêtement protecteur temporaire brasable, l'exigence ci-dessus n'est pas applicable.	≤30 % (pas d'occurrence >10 mm) –	– ≤20 % (pas d'occurrence >5 mm)	– ≤10 % (pas d'occurrence >3 mm)	4,0 2,5	PB complet	3V02	C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
		Si cela est spécifié, les conducteurs doivent être couverts d'une couche de brasure lisse et brillante ne comportant pas plus de 5 % d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une zone.	EG – –	– EG –	– – EG	6,5 4,0 2,5	PB complet	3V02	C1
V5.2	Conducteurs internes	Il ne doit pas y avoir de craquelure ni de cassure. Les imperfections telles que les vides ou les défauts de bord sont permises à condition que la largeur des conducteurs ne soit pas réduite plus que le pourcentage spécifié (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 3). <i>Remarques</i> – Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01. – Cet examen doit se faire en cours de fabrication	≤30 % (pas d'occurrence >10 mm) –	≤20 % (pas d'occurrence >5 mm)	– – ≤10 % (pas d'occurrence >3 mm)	4,0	PP complet	3V02	C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V6	Particules entre les conducteurs								
V6.1	Conducteurs externes	Les particules métalliques résiduelles sont permises à condition que le chemin de fuite ne soit pas réduit plus que le pourcentage spécifié ou moins que la distance nécessaire aux tensions de circuit dans des zones isolées sans compter les rainures des conducteurs, la rugosité des bords, les pics, etc. (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 3). <i>Remarque</i> Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01	≤30 % –	– ≤30 %	– ≤20 %	4,0 2,5	PB complet	3V02	C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
V6.2	Conducteurs internes	Les particules métalliques résiduelles sont permises à condition que le chemin de fuite ne soit pas réduit plus que le pourcentage spécifié ou moins que la distance nécessaire aux tensions de circuit dans des zones isolées sans compter les rainures des conducteurs, la rugosité des bords, les pics, etc. (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 3). <i>Remarques</i> – Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01. – Cet examen doit se faire en cours de fabrication	≤30 % –	– ≤20 %	– ≤10 %	4,0 2,5	PP complet	3V02	C3
V7	Revêtement polymère permanent (y compris résine de brasure)	La configuration du revêtement polymère doit être conforme aux CDS et aux exigences générales données ci-dessous. Aucun défaut visible ne doit être constaté. <i>Remarque</i> Si nécessaire, ceci doit être vérifié par un examen dimensionnel utilisant l'essai 3D01	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB/DP complet	3V01	C4

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
		Lorsqu'il est noté dans les CDS que le revêtement polymère est utilisé comme une isolation, toutes les pièces doivent être complètement couvertes.	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	2,5 4,0			C3
		Des imperfections dans le revêtement polymère sur le matériau de base, telles que des perforations, de petites zones découvertes, des éraflures, etc., sont autorisées.	EG -	- EG	- EG	4,0 2,5			C3
		Le revêtement polymère utilisé comme résine de brasure doit couvrir la surface supérieure du conducteur et doit être essentiellement exempt de perforations. Au moins un ou deux bords adjacents de conducteur doivent être couverts.	EG -	- EG	- EG	4,0 2,5			C3
		Les bords de la carte et les régions proches des fentes, des entailles, etc., doivent être exempts de revêtement polymère (comme spécifié sur le schéma principal en utilisant une carte de production).	EG -	- EG	- EG	4,0 2,5			C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
		Toutes les zones métalliques destinées à l'attache de la brasure, au contact électrique ou au marqueur d'indexation doivent être exempts de résidus de revêtement polymère.	EG –	– EG	– EG	4,0 2,5		3V02	C2
D	EXAMEN DES DIMENSIONS								
D1	Dimensions de la carte (frontière externe)	Les dimensions comprenant l'épaisseur doivent être conformes aux CDS.	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet (3 places)	3D04	C4
D2	Epaisseur de la carte dans la zone des contacts des bords de carte	L'épaisseur totale de la carte sur les contacts des bords de carte doit être conforme aux CDS.	Comme spécifié B	B Comme spécifié	B Comme spécifié	4,0 2,5	Zones de contact des bords de la PB	3D04	C4
D3	Trous (voir également D8)								
D3.1	Diamètre	Les diamètres des trous d'outillage, des trous de montage et des trous des composants doivent être conformes aux CDS. <i>Remarque</i> Une gamme recommandée de tailles et de tolérances de trous sera indiquée dans la CEI 61188-6 a	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB/DP complet (10 trous par taille)	3D04	C2

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D3.2	Epaisseur de métallisation	L'épaisseur de métallisation doit être conforme aux CDS. <i>Remarque</i> Examens à un grossissement 400x.	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	4,0 2,5	A ou B (3 tous)	3X09	C1
D4	Fentes, découpes et entailles	Les dimensions des fentes, des découpes ou des entailles applicables doivent être conformes aux CDS	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet	3D04	C3
D5	Largeur des conducteurs								
D5.1	Couche externe	La largeur doit être conforme à toutes les dimensions spécifiques indiquées dans les CDS. <i>Remarques</i> - A mesurer avec V5.1. - Si aucune tolérance n'est indiquée, les écarts bruts donnés dans la CEI 61188-6 a seront appliqués.	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet	3D01	C2

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D5.2	Couche interne	La largeur doit être conforme à toutes les dimensions spécifiques indiquées dans les CDS. <i>Remarques</i> – A mesurer avec V5.2. – Si aucune tolérance n'est indiquée, les écarts bruts donnés dans la CEI 61188-6 a seront appliqués. – Cette mesure doit se faire en cours de fabrication	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PP complet	3D01	C2
D6	Espacement entre conducteurs								
D6.1	Couche externe	L'espacement doit être conforme à toutes les dimensions spécifiques indiquées dans les CDS. <i>Remarque</i> A mesurer avec V6.1	Comme spécifié	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet	3D01	C3
D6.2	Couche interne	L'espacement doit être conforme à toutes les dimensions spécifiques indiquées dans les CDS. <i>Remarques</i> – A mesurer avec V6.2. – Cette mesure doit se faire en cours de fabrication	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PP complet	3D01	C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D7	Alignement du trou et de la piste conductrice	Il ne doit pas y avoir d'interruption de la piste conductrice ni de trou non recouvert complètement par la pastille (pastille coupée) à la jonction entre la pastille et le conducteur en plus de ce qui est spécifié ci-dessous. Ceci s'applique aux couches internes et externes (voir la CEI 62326-4: 1996, Figures 4, 5 et 6).					PB complet (10 trous, sélection aléatoire sur l'ensemble de la surface)	3D01	
D7	Alignement du trou et de la piste conductrice	Il ne doit pas y avoir d'interruption de la piste conductrice ni de trou non recouvert complètement par la pastille (pastille coupée) à la jonction entre la pastille et le conducteur en plus de ce qui est spécifié ci-dessous. Ceci s'applique aux couches internes et externes (voir la CEI 62326-4: 1996, Figures 4, 5 et 6).					PB complet (10 trous, sélection aléatoire sur l'ensemble de la surface)	3D01	
D7.1	Alignement d'impression externe sur les trous métallisés	Les exigences doivent être telles que spécifiées.							

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
		Largeur annulaire minimum W_1 des pastilles externes à la jonction conductrice (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 4).	Il ne doit y avoir aucun défaut au niveau de l'impression conductrice et de la métallisation des trous –	– $W_1 \geq 0,03 \text{ mm}$	– $W_1 \geq 0,05 \text{ mm}$	4,0 2,5			C1
		Largeur annulaire minimum W_1 des pastilles externes au niveau des autres pièces.	–	Couverture incomplète $\theta \leq 90^\circ$ (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 6)	$W_1 \geq 0,05 \text{ mm}$ (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 4)	2,5			
D7.2	Alignement d'impression externe sur les trous pleins	Les exigences doivent être telles que spécifiées.	Pas de couverture incomplète. Pas de réduction de jonction des conducteurs –	– Pas de couverture incomplète. Pas de réduction de jonction des conducteurs	– Pas de couverture incomplète. Largeur annulaire minimale 0,4 mm	4,0 2,5			C1

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D7.3	Alignement d'impression interne sur les trous métallisés	Les exigences doivent être telles que spécifiées. Remarques - Grossissement 100×. - Toute autre méthode adéquate peut être utilisée							
		Largeur annulaire minimum W_2 des pastilles internes à la jonction conductrice (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 5).	$W_2 \geq 0,03$ mm - -	- $W_2 \geq 0,03$ mm - -	- $W_2 \geq 0,05$ mm -	2,5 1,5 1,0	A ou B (3 trous) et/ou R pour continuité électrique et/ou F pour contrôle de processus	3X09	C1
		Largeur annulaire minimum W_2 des pastilles internes au niveau des autres pièces.	Couverture incomplète $\theta \leq 180^\circ$ (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 6) - -	Couverture incomplète $\theta \leq 90^\circ$ (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 6) - -	- $W_2 \geq 0$ mm (voir la CEI 62326-4:1996, Figure 5) -	2,5 1,5 1,0			C1
D7.4	Trous sans pastilles	Essai à l'étude							

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D8	<i>Précision en position</i>								
D8.1	Position d'impression conductrice et de trous par rapport aux données de position	La position de tous les trous doit être conforme à toutes les informations spécifiques indiquées dans les CDS. <i>Remarque</i> Lorsqu'ils sont appelés spécifiquement, les écarts donnés dans la CEI 61188-6 a seront appliqués.	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet (10 trous, sélection aléatoire sur l'ensemble de la surface)	3D04	C3
D8.2	La tolérance sur la position des centres de trous par rapport aux données de position	Les centres des trous doivent respecter les tolérances spécifiées dans les CDS. <i>Remarque</i> Lorsqu'ils sont appelés spécifiquement, les écarts donnés dans la CEI 61188-6 a seront appliqués.	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet (10 trous, sélection aléatoire sur l'ensemble de la surface)	3D04	C2
D9	<i>Revêtement polymère permanent</i> (y compris résine de brasure)								
D9.1	Dimensions	Les dimensions de la configuration du revêtement polymère doivent être conformes aux CDS	Comme spécifié –	– Comme spécifié	– Comme spécifié	4,0 2,5	PB/DP complet (10 places)	3D01	C3

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
D9.2	Epaisseur du revêtement polymère	L'épaisseur doit être conforme aux CDS.	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	4,0 2,5	PB complet (3 places)	3D04 ou	C3
		<i>Remarque</i> L'épaisseur doit être mesurée à l'endroit indiqué dans les CDS en utilisant l'essai 3X09 avec un grossissement 400x.	Comme spécifié -	- Comme spécifié	- Comme spécifié	4,0 2,5	1 fois A ou B (par panneau)	3X09	C3
D10	Planéité	La courbure et le vrillage admissibles ne doivent pas être supérieurs à la valeur spécifiée pour les cartes imprimés avec une diagonale ≥ 100 mm.	1,5 % de la diagonale -	- 1 % de la diagonale	- 0,5 % de la diagonale	4,0 2,5	PB/DP complet	3M04	C3
S	ESSAIS DE CONDITION DE SURFACE								
S1	Finition de métallisation								

Code d'essai	Caractéristiques	Exigences générales	Exigences spécifiques pour le niveau de performance			Evaluation			
			A	B	C	RMF CEI 62326-1	Echantillon d'essai CEI 62326-4-1	N° d'essai CEI 61189-3	Code de contrôle de processus CEI 62326-1
S1.1	Adhérence de la métallisation, méthode du ruban ou	La métallisation ne doit pas adhérer au ruban après le retrait du conducteur, sauf si elle respecte les CDS. <i>Remarque</i> Le spécimen N doit être soumis à un essai avant de fondre	Comme spécifié – –	– Comme spécifié –	– – Comme spécifié	6,5 4,0 2,5	N	3X01	C3
	Adhérence de la métallisation, méthode du brunissage.	La métallisation ne doit pas cloquer ni se détacher. <i>Remarque</i> Pour les finitions de contact uniquement	EG – –	– EG –	– – EG	6,5 4,0 2,5	Zone de contact des bords de PB	3X02	C3
S1.2	Epaisseur de la métallisation (zone de contact).	L'épaisseur doit être conforme aux CDS.	Comme spécifié – –	– Comme spécifié –	– – Comme spécifié	6,5 4,0 2,5	Zone de contact des bords de PB	3X06	C3
S1.3	Epaisseur de la métallisation (autre que la zone de contact).	L'épaisseur doit être conforme aux CDS.	Comme spécifié – –	Comme spécifié –	– – Comme spécifié	6,5 4,0 2,5	N	3X06	C3