

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60300-3-7

Première édition
First edition
1999-05

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

**Partie 3-7:
Guide d'application –
Déverminage sous contraintes du matériel
électronique**

Dependability management –

**Part 3-7:
Application guide –
Reliability stress screening of
electronic hardware**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60300-3-7:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60300-3-7

Première édition
First edition
1999-05

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

**Partie 3-7:
Guide d'application –
Déverminage sous contraintes du matériel
électronique**

Dependability management –

**Part 3-7:
Application guide –
Reliability stress screening of
electronic hardware**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	10
4 Acronymes.....	14
5 Considérations générales relatives à un programme de déverminage sous contraintes.....	16
6 Informations générales relatives au processus de déverminage.....	16
7 Analyse des avantages du processus de déverminage.....	18
8 Caractéristiques d'un programme de déverminage réussi	18
9 Types de déverminage	20
10 Niveaux de déverminage	24
11 Intensité de déverminage	26
12 Sélection du déverminage	26
13 Défectuosités détectées par un processus de déverminage	26
14 Processus de déverminage présérie	28
15 Planification, réalisation et suppression d'un processus de déverminage.....	28
15.1 Généralités	28
15.2 Etape 1 – Identification des objectifs et des buts	28
15.3 Etape 2 – Conception et application du processus de déverminage.....	32
15.4 Etape 3 – Analyse coûts/bénéfices	40
15.5 Etape 4 – Préparation d'un plan de déverminage	44
15.6 Etape 5 – Collecte, analyse des données de déverminage et actions correctives	46
Figures	
1 Niveaux auxquels un déverminage de fiabilité sous contrainte peut être réalisé.....	22
2 Déverminage sous contraintes d'entités réparables	42
3 Organigramme de contrôle d'un processus de déverminage.....	48
A.1 Niveau choisi pour le processus de déverminage.....	60
Tableau A.1– Rapport entre la sensibilité des défectuosités et les contraintes	62
Annexe A (informative) Déverminage d'entités réparables fabriquées en lots.....	54
Annexe B (informative) Déverminage de composants électroniques	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Acronyms	15
5 General considerations for a reliability stress screening programme	17
6 General information about the reliability stress screening process	17
7 Analysis of the benefits of the reliability stress screening process	19
8 Characteristics of a successful reliability stress screening programme	19
9 Screening types	21
10 Screening levels	25
11 Screening strength	27
12 Selection of screens	27
13 Flaws detected by a reliability stress screening process	27
14 Pre-production screening process	29
15 Planning, performing and eliminating a reliability stress screening process	29
15.1 General	29
15.2 Step 1 – Identification of objectives and goals	29
15.3 Step 2 – Screening process design and application	33
15.4 Step 3 – Cost-benefit analysis	41
15.5 Step 4 – Preparation of a screening plan	45
15.6 Step 5 – Screening process data collection, analysis and corrective actions	47
Figures	
1 Levels where reliability stress screening can be performed	23
2 Reliability stress screening of repairable items	43
3 Flow chart for control of a reliability stress screening process	49
A.1 Level chosen for the RSS process	61
Table A.1 – Relation between the sensitivity of flaws and stresses	63
Annex A (informative) RSS of repairable items produced in lots	55
Annex B (informative) RSS of electronic components	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-7: Guide d'application – Déverminage sous contraintes du matériel électronique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60300-3-7 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/654/FDIS	56/660/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.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEPENDABILITY MANAGEMENT –**Part 3-7: Application guide –
Reliability stress screening of electronic hardware**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60300-3-7 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/654/FDIS	56/660/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.

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

L'évolution constante dans le domaine de l'électronique, en particulier l'utilisation de nouveaux matériaux et l'introduction de nouveaux processus de fabrication peu éprouvés, ont entraîné l'apparition, au niveau du matériel électronique, de types d'imperfections physiques, chimiques et mécaniques dépendant des contraintes et du temps. Ces types d'imperfections sont appelés défauts. Sur la base des profils de contraintes de fonctionnement et d'environnement du matériel électronique, ces défauts pourraient se manifester par des défaillances au cours de la vie utile du matériel.

Un processus de déverminage sous contraintes (RSS) est un processus consistant en l'application de contraintes de fonctionnement et/ou d'environnement sur le matériel électronique, sur une base de 100 %, dans le but d'accélérer l'apparition de défauts intrinsèques, et de défauts induits par le processus, sans détruire ni dégrader de façon significative le matériel soumis aux contraintes. Le déverminage peut également être effectué sans accroissement de la contrainte. Dans ce cas il est basé sur des paramètres fonctionnels primaires ou sur des paramètres secondaires. Un tel processus de déverminage est appelé déverminage indicatif. Une norme concernant ce type de déverminage est planifiée.

Il est important de souligner que les défauts pouvant être mis en évidence par des essais fonctionnels, par un examen visuel ou par d'autres types de procédures de contrôle qualité classiques, ne devraient pas constituer le but du processus de déverminage. Un processus de déverminage a pour objectif de se concentrer sur les défauts non révélés par des méthodes normales et de les faire apparaître en tant que défaillances au niveau de l'usine plutôt qu'en exploitation. Cependant, il convient que le processus RSS ne crée aucun mode de défaillance autre que ceux susceptibles de survenir au cours de la durée de vie en fonctionnement de l'entité.

Il est important de signaler la différence, tant dans l'interprétation que dans l'objectif, entre un processus de déverminage et un processus d'essai. Bien qu'une analyse des données du processus de déverminage puisse révéler la faiblesse d'un certain processus de fabrication, ou une structure de défaillance de pièce commune, il convient de ne pas confondre l'objectif d'un processus RSS et celui des essais de qualification environnementaux, des essais de fiabilité, des essais d'acceptation en usine ou de tout autre type d'essais. Le but de ces autres essais est de démontrer la conformité du matériel avec les prescriptions de conception et de fiabilité/qualité. De plus, les environnements utilisés dans le processus de déverminage sont définis de manière à accélérer l'apparition de défauts spécifiques, et peuvent n'avoir aucun rapport avec le profil environnemental du cycle de vie du matériel. En d'autres termes, le processus RSS est un processus de stimulation et non un essai de simulation. Cependant, il est admis d'utiliser des données issues d'un processus de déverminage de composant pour accepter ou refuser un lot de matériel ou de composants.

INTRODUCTION

With the continuous advancement in electronics technology, especially the usage of new materials and the introduction of new and immature manufacturing processes, stress and time dependent types of physical, chemical and mechanical imperfections are introduced to the electronic hardware. These types of imperfections are called flaws. Based on the operational and environmental stress profiles of electronic hardware, these flaws could manifest as failures during the hardware useful life.

A reliability stress screening process (RSS) is a process which involves the application of operational and/or environmental stress to electronic hardware on a 100 % basis, for the purpose of precipitating inherent, as well as process-induced, flaws while neither destroying nor degrading in a significant way the hardware being stressed. Screening can also be made without increased stress. This screening is based on measurements on primary functional parameters or secondary parameters. Such a screening process is called an indicator screening. A standard on indicator screening is planned.

It is important to emphasize that flaws which can be revealed by functional tests, visual inspection, or other types of conventional quality control procedures, should not be the target of the screening process. The objective of a stress screening process is to focus on flaws which are not revealed by normal methods, and manifest these as failures in the factory rather than in the field. However, the RSS process should not create failure modes other than those normally expected during the operational life of the item.

It is important to point out the difference in interpretation and purpose between a screening process and testing. In spite of the fact that an analysis of screening process data may reveal the weakness of a certain manufacturing process, or a common part failure pattern, the purpose of an RSS process should not be confused with that of environmental qualification tests, reliability tests, factory acceptance tests or any other type of tests. The purpose of these other tests is to demonstrate the conformance of the hardware to design and reliability/quality requirements. In addition, the environments used in the screening process are tailored to precipitate specific flaws and may have no relation to the hardware life cycle environmental profile. In other words, the RSS process is a stimulation process and not a simulation test. However, data from a component RSS process may be used to accept or reject a lot of equipment or components.

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-7: Guide d'application –

Déverminage sous contraintes du matériel électronique

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60300 sert de guide d'application dans le cadre d'un processus de déverminage sous contraintes de matériel électronique. Le concept, l'objectif et la justification du processus de déverminage sont explicités. Les principaux éléments d'un programme de déverminage, ainsi que la procédure générale de planification, sont indiqués. La présente norme est destinée à servir de guide et il convient de l'utiliser conjointement avec une des normes CEI relatives au déverminage, (c'est-à-dire les «outils» au sens du concept de la boîte à outils), référencées à l'article 15, sur la base du niveau d'application du processus de déverminage.

Cette norme fournit des lignes directrices applicables dans les cas où il est important de supprimer les défaillances précoces au niveau des entités fabriquées afin de pouvoir les livrer au client alors que les problèmes occasionnant les défaillances précoces sont résolus. La norme sert également de guide pour localiser le niveau du déverminage, c'est-à-dire le niveau du composant, du sous-système ou du système (voir figure 1). La norme peut également être utilisée lorsqu'un contrat contient des indications sur les mesures à prendre pour réduire le risque de défaillances précoces.

La norme est destinée au personnel du service chargé de la préparation des contrats, au personnel chargé de la gestion de projet, du développement de produit, de la gestion des opérations, de la production, du contrôle qualité et des achats.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Partie 2: Essais*

CEI 60747 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets*

CEI 60748 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés*

CEI 60749:1996, *Dispositifs à semiconducteurs – Essais mécaniques et climatiques*

CEI 61163-1:1995, *Déverminage sous contraintes – Partie 1: Entités réparables fabriquées en lots*

CEI 61163-2:1998, *Déverminage sous contraintes – Partie 2: Composants électroniques*

ISO 8258:1991, *Cartes de contrôle de Shewhart*

MIL STD 750, 2052 *Test methods for semiconductor devices, 2000 series test methods*

MIL STD 883, 2020 *Test methods for microelectronics, 2000 series test methods*

DEPENDABILITY MANAGEMENT –

Part 3-7: Application guide – Reliability stress screening of electronic hardware

1 Scope

This part of IEC 60300 serves as an application guide to a reliability stress screening process for electronic hardware. The concept, purpose and justification of the screening process are explained. The main elements of a screening programme are stated, together with the general planning procedure. This standard is intended as a guide and should be used in conjunction with one of the IEC reliability stress screening standards, ("tools" in the toolbox concept), referenced in clause 15, based on the screening process application level.

This standard gives guidance in cases where it is essential that early failures be removed from the items manufactured in order to deliver them to the customer when the problems causing the early failures are solved. The standard also gives guidance on where the reliability stress screening should be carried out, i.e. component level, subsystem level, or system level (see figure 1), and can also be used where steps to reduce the risk of early failures are included in a contract.

This standard is aimed at personnel in the contract department, project management, product development, process management, production, quality control and purchasing.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60747 (all parts), *Semiconductor devices – Discrete devices*

IEC 60748 (all parts), *Semiconductor devices – Integrated circuits*

IEC 60749:1996, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*

IEC 61163-1:1995, *Reliability stress screening – Part 1: Repairable items manufactured in lots*

IEC 61163-2:1998, *Reliability stress screening – Part 2: Electronic components*

ISO 8258:1991, *Shewhart control charts*

MIL STD 750, 2052 *Test methods for semiconductor devices, 2000 series test methods*

MIL STD 883, 2020 *Test methods for microelectronics, 2000 series test methods*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60300, les définitions suivantes ainsi que celles de la CEI 60050(191), sont applicables.

NOTE – Les termes revêtant une importance particulière pour le déverminage des entités réparables sont cités avec le numéro de référence de la CEI 60050(191) indiqué entre crochets. La référence inclut toutes les notes, qu'elles soient applicables à la présente norme ou non. Des commentaires supplémentaires, relatifs au déverminage, figurent sous le titre «remarques».

3.1

amélioration de la fiabilité

action destinée à améliorer la fiabilité par élimination des causes de défaillances systématiques et par réduction de la probabilité d'apparition d'autres défaillances [VEI 191-17-05]

Remarque – Le déverminage sous contraintes réduit la probabilité d'apparition d'autres défaillances. Les défaillances systématiques sont principalement traitées par un programme d'amélioration de la fiabilité, mais certaines peuvent apparaître lors d'un processus de déverminage.

3.2

défaillance systématique

défaillance liée d'une manière certaine à une cause, qui ne peut être éliminée que par une modification de la conception, du procédé de fabrication, du mode d'emploi, de la documentation, ou d'autres facteurs appropriés

NOTE 1 – Une maintenance corrective sans modification n'élimine généralement pas la cause d'une défaillance systématique.

NOTE 2 – Une défaillance «systématique» peut être provoquée à volonté en simulant sa cause. [VEI 191-04-19]

NOTE 3 – Dans ce cas, le terme conception se rapporte au matériel et/ou au logiciel, selon ce qui est approprié.

3.3

déverminage (processus)

processus de détection des défauts, d'élimination et de réparation des entités fragiles, dans le but d'atteindre aussi rapidement que possible le niveau de fiabilité attendu pendant la vie utile

NOTE 1 – Le VEI 191-17-02 définit le terme «rodage». Ce terme, cependant, est utilisé par de nombreux fabricants pour décrire l'essai appelé «soak test», qui représente seulement l'une des multiples possibilités de déverminage. De plus, le «rodage» peut inclure le vieillissement, dont l'objectif est de stabiliser les paramètres, et pour lequel dans de nombreux cas aucune défaillance ne se produit.

NOTE 2 – Le VEI 191-14-09 définit le terme «essai de sélection». Ce terme, cependant, est défini de façon trop large pour être applicable dans le présent contexte, car il englobe la sélection pour tous les types de non-conformités. En outre, le déverminage est un processus, et non un essai.

NOTE 3 – Des niveaux d'essais d'environnement, par exemple CEI 60068-2, sont souvent utilisés dans le processus de déverminage sous contraintes afin d'utiliser le matériel d'essai normalisé et les programmes de contrôle normalisés pour le matériel.

3.4

vie utile

dans des conditions données, intervalle de temps commençant à un instant donné et se terminant lorsque l'intensité instantanée de défaillance devient inacceptable ou lorsque l'entité est considérée comme irréparable à la suite d'une panne

NOTE – En français, le terme «durée de vie utile» est la durée de cet intervalle de temps. [VEI 191-10-06]

3.5

déverminage sous contraintes (processus)

processus utilisant des contraintes d'environnement et/ou de fonctionnement comme moyens de détecter les défauts, en les transformant en défaillances détectables

NOTE – Par sa conception, le déverminage sous contraintes a pour but de transformer les défauts en défaillances détectables. Un traitement de vieillissement conçu dans le seul but de stabiliser les caractéristiques n'est pas un procédé de déverminage et sort donc du domaine d'application de cette norme.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60300 the following definitions, as well as those given in IEC 60050(191), apply.

NOTE – Terms of particular importance for reliability stress screening of repairable items are quoted with the IEC 60050(191) reference number stated in square brackets. The quotation includes all notes, whether they are relevant to this standard or not. Additional comments to an IEC term, relevant to RSS, are stated as "remark".

3.1

reliability improvement

a process undertaken with the deliberate intention of improving the reliability performance by eliminating causes of systematic failures and/or by reducing the probability of occurrence of other failures [IEV 191-17-05]

Remark – Reliability stress screening reduces the probability of occurrence of other failures. The systematic failures are principally catered for by a reliability growth programme, but some may appear during the RSS process.

3.2

systematic failure

a failure related in a deterministic way to a certain cause, which can only be eliminated by a modification of the design or of the manufacturing process, operational procedures, documentation or other relevant factors

NOTE 1 – Corrective maintenance without modification will usually not eliminate the failure cause.

NOTE 2 – A systematic failure can be induced at will by simulating the failure cause. [IEV 191-04-19]

NOTE 3 – Design, in this case, includes hardware and/or software as appropriate.

3.3

reliability screening (process)

a process of detection of flaws and removal and repair of weak items for the purpose of reaching as rapidly as possible the reliability level expected during the useful life

NOTE 1 – IEC 191-17-02 defines the term "burn-in". This term, however, is used by many manufacturers to describe a so-called "soak test", which is only one of many possible ways of screening. Furthermore, "burn-in" may include ageing, the purpose of which is to stabilize parameters, and where in many cases no failures occur.

NOTE 2 – IEC 191-14-09 defines the term "screening test". This term, however, is defined too broadly to be applicable in the present context because it encompasses screening for all types of non-conformities. Furthermore, reliability screening is a process, not a test.

NOTE 3 – Environmental test levels, e.g. IEC 60068-2, are often used in the stress screening process in order to use standard test equipment and standard control programmes for the equipment.

3.4

useful life

under given conditions, the time interval beginning at a given instant of time, and ending when the failure intensity becomes unacceptable or when the item is considered unrepairable as a result of a fault

NOTE – In French the term "durée de vie utile" is the duration of this time interval. [IEV 191-10-06]

3.5

reliability stress screening (process)

a process using environmental and/or operational stress as a means of detecting flaws by precipitating them as detectable failures

NOTE – The RSS process is designed with the intention of precipitating flaws as detectable failures. An ageing process designed solely with the intention of stabilizing parameters is not a RSS process and therefore outside the scope of this standard.

3.6

entité

tout élément, composant, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système que l'on peut considérer individuellement

NOTE 1 – Une entité peut être constituée de matériel, de logiciel, ou des deux à la fois, et peut aussi dans certains cas comprendre du personnel.

NOTE 2 – Le terme français «entité» est préféré au terme «dispositif» en raison de son sens plus général. Le terme «dispositif» est aussi un autre sens usuel équivalent au terme anglais «device».

NOTE 3 – Le terme français «individu» est employé principalement en statistique.

NOTE 4 – Un ensemble déterminé d'entités, par exemple une population ou un échantillon, peut lui-même être considéré comme une entité.

[VEI 191-01-01]

NOTE – Dans le contexte d'un processus de déverminage, seule la partie matérielle d'une entité est à prendre en compte. Les composants électroniques, les ensembles, l'équipement et les parties matérielles des systèmes constituent des exemples courants.

3.7

entité fragile

entité dont le risque de défaillance précoce est grand par suite de la présence d'une défectuosité (voir également 3.15, période de défaillance précoce)

3.8

composant

entité unique qui n'est pas destinée à être réparée

3.9

fragilité

toute imperfection (connue ou inconnue) dans une entité, pouvant provoquer une ou plusieurs défaillances par fragilité

NOTE – On présume que chaque type de fragilité est statistiquement indépendant de tous les autres types.

3.10

défaillance par fragilité

défaillance due à une fragilité de l'entité elle-même, lorsqu'elle est soumise à des contraintes restant dans les limites fixées

NOTE – Une fragilité peut être intrinsèque ou induite.

[VEI 191-04-06]

3.11

défectuosité

fragilité dans une entité qui provoque des défaillances précoces par fragilité

NOTE 1 – Une défectuosité est localisée dans un composant ou provoquée par une interaction entre des composants présentant des caractéristiques proches des marges des prescriptions de conception.

NOTE 2 – Une interaction entre composants peut par exemple être provoquée par des tolérances au niveau des paramètres des composants (par exemple résistance, capacité ou retard). Il sera nécessaire de corriger cette interaction par une modification de conception. Le processus de déverminage pourra cependant sélectionner les entités pour lesquelles les combinaisons de valeurs de tolérance provoquent des défaillances. Les interconnexions, comme les connecteurs et les prises, sont définies comme des composants. Les soudures sont considérées comme faisant partie du composant lorsqu'il est monté dans un ensemble.

3.12

défectuosité intrinsèque

défectuosité dans une entité liée à sa constitution technologique et au processus de fabrication

3.6

item

any part, component, device, subsystem, functional unit, equipment or system that can be individually considered

NOTE 1 – An item may consist of hardware, software or both, and may also in particular cases include people.

NOTE 2 – In French the term "entité" is preferred to the term "dispositif" due to its more general meaning. The term "dispositif" is also the common equivalent for the English term "device".

NOTE 3 – In French the term "individu" is used mainly in statistics.

NOTE 4 – A number of items, e.g. a population of items or a sample, may itself be considered an "item".

[IEV 191-01-01]

NOTE – In the context of a reliability screening process, only the hardware part of an item is relevant. Current examples are electronic components, assemblies, equipment and hardware parts of systems.

3.7

weak item

an item which has a high probability of failure in the early failure period due to a flaw (see also 3.15, early failure period)

3.8

component

a single item which is not intended to be repaired

3.9

weakness

any imperfection (known or unknown) in an item, capable of causing one or more weakness failures.

NOTE – Each type of weakness is assumed to be statistically independent of all other such types.

3.10

weakness failure

a failure due to weakness in the item itself when subjected to stress within the stated capabilities of the item

NOTE – A weakness may be either inherent or induced.

[IEV 191-04-06]

3.11

flaw

a weakness in an item, which gives rise to early weakness failures

NOTE 1 – A flaw is localized in a component or caused by interaction between components with characteristics close to the margins of the design requirements.

NOTE 2 – An interaction between components can for example be caused by tolerances in the parameters of the components (e.g. resistance, capacitance or time delay). This interaction will have to be corrected by a design change. The RSS process will however be able to screen away the items where the combinations of the tolerance values cause failures. Interconnections, such as connectors and sockets, are defined as components. Solderings are considered a part of the component when it is mounted in an assembly.

3.12

inherent flaw

a flaw in an item related to its technology and manufacturing process

3.13

défectuosité induite

défectuosité dans une entité liée à l'assemblage, aux essais, aux manipulations diverses de l'entité après sa fabrication

NOTE – Une défectuosité peut naître, par exemple, chez le fabricant d'un composant, pendant le transport ou chez le constructeur du système.

3.14

densité de défectuosité

nombre moyen de défectuosités dans une population d'entités (composant, ensemble, sous-système ou système) considéré

3.15

période de défaillance précoce

période initiale éventuelle dans la vie d'une entité, commençant à un instant spécifié et pendant laquelle l'intensité instantanée de défaillance, pour une entité réparée, ou le taux instantané de défaillance, pour une entité non réparée, est beaucoup plus grand que pendant la période suivante [VEI 191-10-07]

NOTE – La période de défaillance précoce est la période pendant laquelle les entités fragiles présentent des défaillances.

3.16

puissance de sélection

mesure de la capacité d'un processus de sélection, conçu avec des paramètres spécifiés, à transformer des défectuosités en défaillances

NOTE – La puissance de sélection est fonction du type de sélection ainsi que des paramètres de sélection.

3.17

défaillance liée à la sélection

défaillance provoquée par le processus de sélection en raison d'une ou plusieurs défectuosités

4 Acronymes

- 4.1 ATE: matériel d'essai automatique
- 4.2 BITE: matériel d'essai intégré
- 4.3 ESD: décharge électrostatique
- 4.4 HASS: essai sous contrainte à forte accélération
- 4.5 MOSS: déverminage sous contraintes multi-opérationnel
- 4.6 PCB: carte imprimée
- 4.7 PIND: essai par vibrations acoustiques
- 4.8 PWA: ensemble à circuit imprimé
- 4.9 RSS: déverminage sous contraintes
- 4.10 SMT: technologie de montage en surface

3.13**induced flaw**

a flaw in an item related to assembling, testing, handling or other manipulations of the item after it has been manufactured

NOTE – The induction may for example take place at the component manufacturer's plant, during transportation or at the system manufacturer's plant.

3.14**flaw density**

the average number of flaws in a population of items (component, assembly, subsystem or system), under consideration

3.15**early failure period**

that early period, if any, in the life of an item, beginning at a given instant of time and during which the instantaneous failure intensity for a repaired item or the instantaneous failure rate for a non-repaired item is considerably higher than that of the subsequent period
[IEV 191-10-07]

NOTE – The early failure period is the period when the weak items fail.

3.16**screening strength**

a measure of the capability of a screening process designed with specified parameters, to precipitate flaws into failures

NOTE – The screening strength is a function of the type of screening as well as the screening parameters.

3.17**screening relevant failure**

a failure brought about by the screening process as a result of one or more flaws

4 Acronyms

- 4.1 ATE: automatic test equipment
- 4.2 BITE: built-in test equipment
- 4.3 ESD: electrostatic discharge
- 4.4 HASS: highly accelerated stress screen
- 4.5 MOSS: multi-operational stress screening
- 4.6 PCB: printed circuit board
- 4.7 PIND: particle impact noise detection
- 4.8 PWA: printed wiring assembly
- 4.9 RSS: reliability stress screening
- 4.10 SMT: surface mount technology

5 Considérations générales relatives à un programme de déverminage sous contraintes

Il convient de ne pas prescrire un programme de déverminage dans un contrat, sauf si ce programme est nécessaire pour atteindre le niveau de fiabilité prescrit pour les défaillances précoces. Il convient de spécifier à la place une ou plusieurs analyses décrites à l'article 7, combinées avec un niveau maximal spécifié de défaillances précoces.

En cas de conflit entre la présente Norme internationale et le contrat, ou la ou les spécifications particulières, il convient d'appliquer ce dernier ou cette dernière.

Etant donné que la présente norme nécessite la définition d'un programme de déverminage propre à une entité spécifique, plusieurs questions nécessitent un accord entre le client, le fabricant et, le cas échéant, un laboratoire de déverminage indépendant. Il convient que tous les contrats ou plans de déverminage fassent référence à la présente norme et à toute autre Norme internationale relative au déverminage à utiliser.

De plus, il convient de mentionner spécifiquement, dans le contrat ou le plan de déverminage, la partie désignée et les domaines dans lesquels elle exerce ses attributions, dans les cas suivants:

- lors du choix, de la modification ou de la suppression d'un processus de déverminage spécifique;
- lors de l'optimisation de la durée du processus de déverminage;
- lors de la modification du processus de sélection par l'application à un échantillon;
- lors de l'acceptation ou du rejet d'un lot sur la base du processus de déverminage.

En outre, les recommandations suivantes sont applicables:

- lorsque des processus de déverminage spécifiques, ou des procédures de contrôle et d'optimisation spécifiques, doivent faire l'objet d'un accord, il convient de faire figurer ces accords dans une annexe au contrat ou au plan de déverminage;
- si une question quelconque nécessitant un accord n'a pas été résolue, il convient de l'identifier spécifiquement dans le contrat ou le plan de déverminage, et d'indiquer des dispositions appropriées incluant des échéances pour un accord ainsi que des procédures de résolution de litige.

Dans tous les cas, il convient que le contrat ou le sous-contrat applicable identifie la partie responsable de la réalisation du déverminage, la partie responsable des conséquences de la non-réalisation d'un déverminage approprié ou des conséquences d'un non-respect par le système des spécifications, le domaine ou les limites de cette responsabilité, ainsi que la nature ou les limites des recours possibles pour la partie subissant le préjudice.

6 Informations générales relatives au processus de déverminage

Du fait du processus de croissance de la fiabilité, le matériel évolue normalement pour atteindre son niveau de fiabilité de conception, prévu ou intrinsèque, avant la fin du cycle de développement. Cependant, ce niveau de fiabilité intrinsèque est très difficile à maintenir car il est souvent diminué par l'introduction de différents processus de fabrication. Un programme de déverminage bien conçu contribue à conserver ce niveau de fiabilité intrinsèque.

Le fait de forcer la transformation des défauts en défaillances en usine plutôt qu'en exploitation augmente la productivité, réduit le coût de garantie et augmente la satisfaction du client. Cela renforce la réputation du fabricant aux yeux de l'utilisateur et améliore le coût global du cycle de vie du produit.

5 General considerations for a reliability stress screening programme

An RSS programme should not be required in a contract unless it is a necessity to achieve the required reliability level concerning early failures. One or more of the analyses described in clause 7 combined with a specified maximum level of early failures should be stated instead.

If a conflict should arise between this International Standard and the relevant contract or specification(s), the latter should apply.

Since this standard requires the stress screening programme to be tailored to a specific item, several issues have to be agreed upon between the customer, the manufacturer, and an independent reliability screening laboratory (if any). All contracts or RSS plans should refer to this International Standard and any other International Standard on the subject of the RSS to be employed.

In addition, the party given the discretion and the areas in which discretion is to be exercised should specifically be mentioned in the contract or RSS plan in the following cases:

- when selecting, modifying or deleting a specific RSS process;
- when optimizing the duration of the stress screening process;
- when changing the screening process to a sample;
- when accepting or rejecting a lot on the basis of the screening process.

Furthermore, the following recommendations apply:

- where specific reliability stress screening processes or special control and optimization procedures have to be agreed to, the agreements should be stated in an annex to the contract or RSS plan;
- where any matter requiring agreement has not been resolved, it should be specifically identified in the contract or RSS plan, and suitable provisions, including deadlines for agreement and dispute resolution procedures, should be stated.

In all instances, the applicable contract or subcontract should identify the party responsible for performing the RSS, the party liable for the consequences of failing to perform the RSS appropriately or the consequences of the system failing to comply with the specifications, the scope or limitations of such liability, and the nature of, or limitations on, remedies available to the damaged party.

6 General information about the reliability stress screening process

As a result of the reliability growth process, hardware will normally mature to its predicted, or inherent, design reliability level by the end of the development cycle. However, this inherent reliability level is very difficult to maintain because it is often degraded by the introduction of different manufacturing processes. A well designed stress screening programme will help to preserve this inherent reliability level.

Forcing flaws to manifest themselves as failures in the factory rather than in the field will increase productivity, reduce warranty cost, and improve customer satisfaction. This will enhance the manufacturer's reputation in the eyes of the user and improve the overall life cycle cost of the product.

Il est également possible d'utiliser les données générées par le processus de déverminage pour améliorer le produit. Les informations sur les défaillances du déverminage peuvent mettre en évidence les problèmes de qualité du travail, ou identifier des fournisseurs de pièces/matériaux non qualifiés. Le traitement de ces déficiences permet une amélioration de la qualité du produit, une diminution des coûts du processus de déverminage et/ou la suppression du processus de déverminage.

Il convient de toujours considérer le processus de déverminage comme une mesure temporaire permettant au fabricant de livrer des entités de qualité acceptable au client, tout en résolvant les problèmes de conception, de matières premières, de composants et de processus responsables des défaillances précoces de l'entité finie. Il convient de toujours se fixer pour objectif de supprimer le déverminage ou de réduire son application à un échantillon d'entités finies.

Lorsqu'on réalise un processus de déverminage sur un échantillon d'entités, il peut être considéré comme un processus de déverminage de lots de production, car le processus de déverminage a pour but d'identifier les lots de production présentant un pourcentage de défaillances précoces trop élevé. Il est ensuite possible de réintroduire le processus de déverminage sur une base de 100 % pour les lots identifiés et les lots suivants dans la production. Si la production n'est pas divisée en lots, il est possible d'identifier un lot fictif, la production d'une semaine ou d'une journée, par exemple. Dans le cas d'un processus de déverminage d'entités uniques, il convient de considérer séparément chaque entité individuelle.

7 Analyse des avantages du processus de déverminage

Comme pour tout autre processus de fabrication, le processus de déverminage a un coût, et il est considéré comme une activité à part entière, à laquelle sont attribuées des plages de temps et des dates précises dans le calendrier.

Par conséquent, il convient d'effectuer au moins une des analyses suivantes, afin de s'assurer de la rentabilité avant de prendre la décision d'appliquer un programme de déverminage:

- a) analyse indiquant que les prescriptions contractuelles de fiabilité ne seront pas remplies si un programme de déverminage n'est pas mis en oeuvre;
- b) étude du rapport coûts/bénéfices indiquant clairement les avantages du processus de déverminage par rapport à toute autre alternative;
- c) analyse des données d'exploitation, si elles sont disponibles, révélant un niveau inacceptable de défaillances précoces à l'origine d'un coût de garantie élevé et/ou d'un mécontentement de la clientèle.

8 Caractéristiques d'un programme de déverminage réussi

Une fois qu'un processus de déverminage a été jugé approprié (voir article 7), il convient de s'intéresser aux éléments suivants afin d'assurer l'application d'un programme de déverminage efficace:

- a) il convient d'élaborer un processus de déverminage en fonction du type de matériel et des processus de fabrication applicables. Par conséquent, il est primordial d'avoir une connaissance approfondie des matériaux/pièces impliqués, de leurs propriétés, des mécanismes de défaillance et des processus de fabrication;
- b) il convient de fixer des objectifs quantitatifs pour le processus de déverminage;
- c) il convient que le programme de déverminage soit dynamique. Cela signifie qu'il est recommandé de surveiller le processus de façon continue, et, si nécessaire, d'effectuer des modifications en fonction de l'analyse des données résultant du processus de déverminage. Sans ce dynamisme, le processus de déverminage peut ne pas être rentable, et les objectifs du processus de déverminage peuvent ne pas être atteints;

The data generated by the screening process may also be used to improve the product. RSS failure information can highlight workmanship problems or identify unqualified parts/material suppliers. By addressing these deficiencies, product quality will be enhanced and screening process costs may be reduced and/or the screening process eliminated.

The RSS process should always be regarded as a temporary measure that allows the manufacturer to deliver items with an acceptable quality to the customer, while at the same time solving the problems in design, raw materials, components and processes that cause early failures in the finished item. The aim should always be to eliminate the RSS process or reduce it to a sample of the finished items.

When performing an RSS process on a sample of the items, it can be regarded as a screening process of production lots, since the purpose of the RSS process on a sample is to identify production lots with too high a percentage of early failures. The RSS process may then be reintroduced on a 100 % basis to the identified lots and to the following lots in the production. In case the production is not divided into lots, a fictive lot may be identified, as for example a week or a day's production. For an RSS process of single items, each individual item should be considered separately.

7 Analysis of the benefits of the reliability stress screening process

As with any other manufacturing process, the reliability stress screening process costs money, and is considered a separate activity, with time and milestones allocated in the schedule.

Accordingly, at least one of the following analyses should be performed to ensure cost effectiveness before a decision is made to implement an RSS programme:

- a) an analysis which indicates that the reliability contract requirements will not be achieved unless a stress screening programme is implemented;
- b) a cost-benefit analysis which clearly indicates the advantage of the stress screening process over any other alternative;
- c) a field data analysis, when available, that reveals an unacceptable level of early failures causing high warranty cost and/or customer dissatisfaction.

8 Characteristics of a successful reliability stress screening programme

Once it has been determined that an RSS screening process is appropriate (see clause 7), the following elements should be addressed to ensure that an effective RSS programme is implemented:

- a) the screening process should be tailored, based on the type of hardware and the applicable manufacturing processes. Accordingly, a thorough knowledge of the materials/parts involved, their properties, failure mechanisms and manufacturing processes is essential;
- b) quantitative goals should be set for the screening process;
- c) the screening programme should be dynamic. This means that the process should be continuously monitored and changes made, if necessary, based on the analysis of the data resulting from the screening process. Without such dynamism, the screening process may not be cost effective, and the screening process goals may not be achieved;

- d) il convient que le processus de déverminage ne détruise pas un matériel exempt de défauts, ni ne le dégrade de façon significative. Pour ce faire, la conception des dispositifs de déverminage doit être telle que leurs niveaux de contrainte ne dépassent pas les limites de spécification maximales du matériel à l'étude. Il convient que le processus de déverminage ne consomme pas une proportion excessive de la durée de vie utile du matériel. Lors du déverminage de lots sur la base d'un échantillon, des essais destructifs tels que, par exemple, des essais sous contrainte à forte accélération (HASS), peuvent être utilisés;
- e) il convient que le processus de déverminage n'introduise pas des modes de défaillance qui ne peuvent pas apparaître en fonctionnement normal;
- f) il convient de définir le niveau d'application du processus de déverminage sélectionné (composant, ensemble, sous-système ou système) en fonction d'une analyse de compromis technique et financière sérieuse, afin d'optimiser le processus de déverminage. En d'autres termes, il convient de définir ce niveau afin de provoquer l'apparition du plus grand nombre possible de défauts, dans les plus courts délais et au coût le plus bas;
- g) il convient de former le personnel associé au programme de déverminage, y compris la direction, à la compréhension du processus, à son objectif et aux moyens d'atteindre les buts du processus de déverminage.

9 Types de déverminage

Le déverminage peut être classifié comme indiqué ci-dessous:

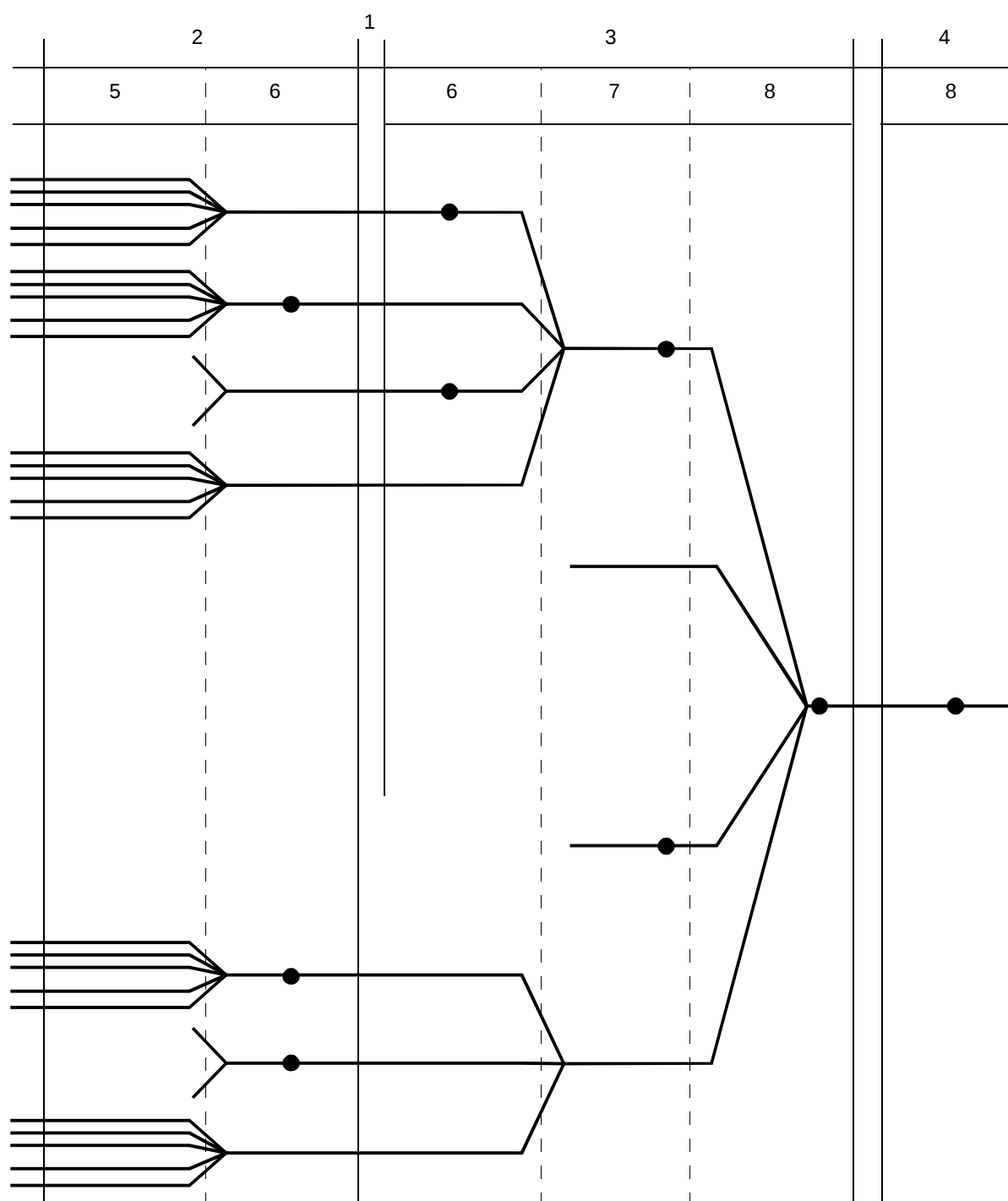
- a) en fonction du site sur lequel est effectuée l'opération, c'est-à-dire chez le fabricant de composants, chez le fabricant de systèmes, dans le laboratoire de déverminage, ou chez l'utilisateur final (voir figure 1);
- b) en fonction des entités déverminées, c'est-à-dire déverminage de composant, d'ensemble à circuit imprimé, de sous-systèmes ou de systèmes (voir figure 1);
- c) selon que l'entité est réparée ou non (voir CEI 61163-1 et CEI 61163-2);
- d) selon que les entités sont produites en lots ou individuellement (voir CEI 61163-1 et CEI 61163-2);
- e) selon que l'on utilise une contrainte accrue, c'est-à-dire un déverminage sous contraintes (voir introduction);
- f) en fonction du type de contraintes utilisé: température constante, variation de température, vibration, choc, secousse, charge opérationnelle, transitoires électriques etc. (voir 15.3);
- g) en fonction de la population subissant l'opération: déverminage à 100%, déverminage d'un lot, ou déverminage d'un échantillon de production (voir article 6);
- h) en fonction de la durée du processus de déverminage: temps fixe, temps variable et période sans défaillance (voir CEI 61163-1 et CEI 61163-2).

- d) the screening process should neither degrade in a significant way nor destroy hardware without flaws. This is avoided by designing the screens such that their stress level does not exceed the maximum specification limits of the hardware under consideration. The screening process should not consume an unacceptable portion of the useful life of the hardware. When screening lots based on a sample, destructive tests such as, for example, HASS, can be used;
- e) the screening process should not introduce failure modes which cannot happen during normal field operation;
- f) the selected application level of the screening process (component, assembly, subsystem or system) should be based on sound technical and cost trade-off analysis, in order to optimize the screening process. In other words, it should be selected to precipitate as many flaws as possible in the shortest time and at the lowest cost;
- g) the personnel associated with the screening programme, including management, should be educated to understand the process, its purpose and how to achieve the screening process goals.

9 Screening types

Screening can be classified according to the following:

- a) where it is carried out, i.e. component manufacturer, system manufacturer, screening laboratory, end user (see figure 1);
- b) the items screened, i.e. component screening, subsystems screening of PWAs or systems (see figure 1);
- c) whether the item is repaired or not (see IEC 61163-1 and IEC 61163-2);
- d) whether the items are produced in lots or as single items (see IEC 61163-1 and IEC 61163-2);
- e) whether increased stress is used, i.e. RSS (see introduction);
- f) the type of stress used, i.e. constant temperature, temperature change, vibration, shock, bump, operational load, electric transients, etc. (see 15.3);
- g) the population being screened, i.e. 100 % screening, lot screening, and screening of a sample of the production (see clause 6);
- h) the duration of the RSS process, i.e. fixed time, variable time and failure-free period (see IEC 61163-1 and IEC 61163-2).

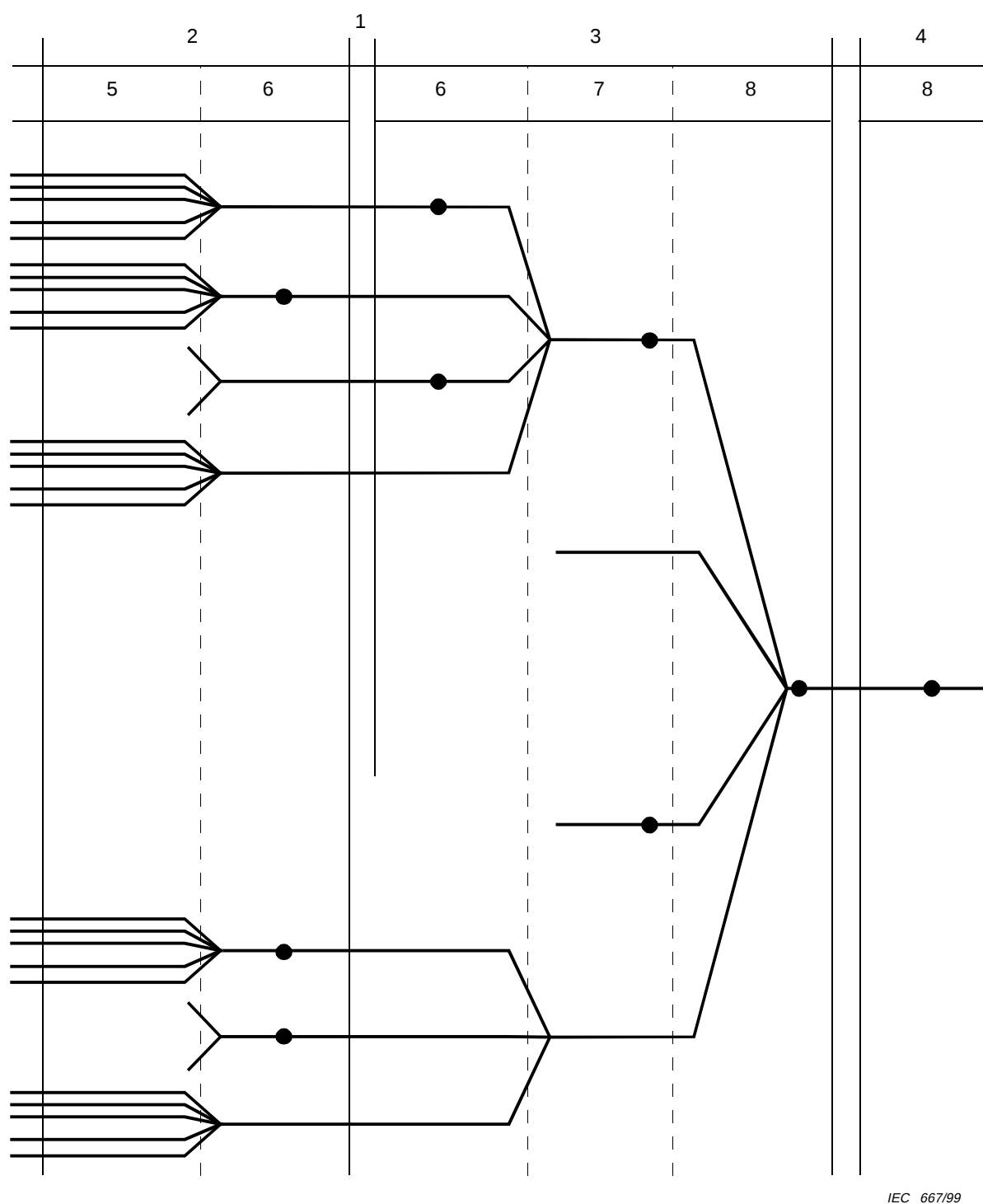


IEC 667/99

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1 Laboratoire de déverminage | 5 Matériau de base |
| 2 Fabricant de composant | 6 Composant terminé |
| 3 Constructeur de système | 7 Sous-ensemble |
| 4 Utilisateur du système | 8 Système terminé |

Les lignes horizontales représentent les matériaux, les composants, les sous-ensembles et les systèmes. Les points indiquent les niveaux auxquels un déverminage sous contrainte peut être réalisé.

Figure 1 – Niveaux auxquels un déverminage de fiabilité sous contrainte peut être réalisé



IEC 667/99

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1 Screening laboratory | 5 Material level |
| 2 Component manufacturer | 6 Component level |
| 3 System manufacturer | 7 Subsystem level |
| 4 End user | 8 System level |

Horizontal lines symbolize materials, components, subsystems and systems. Bullets indicate levels where RSS can be performed.

Figure 1 – Levels where reliability stress screening can be performed

10 Niveaux de déverminage

Un processus de déverminage peut être appliqué au matériel électronique au niveau du composant, de l'ensemble, du sous-système ou du système. Bien qu'un programme efficace de déverminage de composant puisse éliminer la plupart des défauts inhérents aux composants, il ne peut pas remplacer un processus de déverminage d'ensemble. Certains types de défauts, tels que les dérives et problèmes de retard de propagation, peuvent être détectés uniquement au niveau de l'ensemble. De plus, les problèmes au niveau des processus de fabrication et de la qualité du travail, comme par exemple des soudures sèches, de mauvaises connexions, des différences au niveau des cartes et des ruptures de fils, peuvent être détectés uniquement par un processus de déverminage au niveau de l'ensemble. Même des composants satisfaisants ayant subi sans problème un processus de déverminage de composant peuvent présenter des défauts lors d'un processus de déverminage au niveau de l'ensemble. Ce peut être le résultat d'une dégradation durant le cycle de fabrication, due, par exemple, à des décharges électrostatiques (ESD), un brasage, la procédure d'essais ou une mauvaise manipulation.

Pour sélectionner le niveau d'application du processus de déverminage, il est important de considérer qu'il est plus difficile et plus coûteux de dépanner et de réparer les défaillances aux niveaux d'ensemble plus élevés, par exemple au niveau du système.

Lorsqu'on applique un déverminage au niveau du composant, de l'ensemble ou du sous-ensemble avec une contrainte de fonctionnement, il est nécessaire de prendre en compte le coût supplémentaire des installations, matériels et installations nécessaires pour le processus de déverminage.

Lorsqu'on applique un déverminage au niveau du système, il est possible d'utiliser, pour contrôler et/ou détecter/localiser les défaillances, le matériel d'essai intégré existant (BITE) ou le matériel d'essai automatique (ATE), s'il existe.

Il est également important de noter qu'il convient que les contraintes appliquées durant un processus de déverminage au niveau de l'ensemble soient suffisamment faibles pour éviter d'imposer des contraintes excessives sur les composants les plus fragiles de l'ensemble. Il est possible que ce processus de déverminage ne soit pas adapté à d'autres composants susceptibles d'exiger des contraintes plus fortes pour transformer des défaillances en défauts. Un processus de déverminage au niveau du composant peut être utilisé pour résoudre ce problème.

Si quelques composants limitent le niveau de contraintes, cela signifie qu'ils constituent la partie la plus fragile de l'ensemble. Pour éviter une conception excessive ou insuffisante dans l'entité, il convient de réaliser une conception telle que tous les composants aient, dans la mesure du possible, la même robustesse.

Si certains composants ne peuvent pas être aussi résistants que les autres dans une conception donnée, il est possible de les monter après le processus de déverminage ou de leur donner une protection spéciale durant le processus de déverminage sous contraintes (c'est-à-dire refroidissement, support, amortissement, etc.).

Le déverminage sous contraintes étant une mesure temporaire utilisée uniquement jusqu'à ce que la conception, les composants et les processus de fabrication soient mis au point, il convient de concevoir le produit de manière à éviter la nécessité d'un déverminage permanent.

En résumé, quand on sélectionne un niveau de processus de déverminage, il convient de considérer les facteurs suivants:

- les types de défauts à transformer;
- le niveau d'application le plus efficace du processus de déverminage, du point de vue technique et du point de vue des coûts;
- la qualité des matériaux/composants réceptionnés, (s'ils ont déjà été soumis à un déverminage par les fabricants ou non).

10 Screening levels

A stress screening process can be applied to electronic hardware at the component, assembly, subsystem or system level. Although an effective component screening process programme can eliminate most of the flaws inherent to the components, it cannot replace an assembly screening process. Certain types of flaws, such as drifts and propagation delay problems can only be detected at the assembly level. In addition, manufacturing processes and workmanship problems, such as dry solder joints, poor connections, board discrepancies and broken wires, can only be detected by an assembly level screening process. Even good components which survive a component screening process may exhibit flaws during an assembly level screening process. This may be a result of degradation during the manufacturing cycle due, for example, to electrostatic discharge (ESD), soldering, testing or rough handling.

When selecting the application level of a screening process, it is important to consider that it is more difficult and more costly to troubleshoot and repair failures at higher levels of assembly, such as the system level.

When using screening at the component, assembly or subsystem level with operational stress, it is necessary to consider the additional cost of facilities, equipment and fixtures required for the screening process.

When using screening at the system level, it is possible to use, for monitoring and/or detection/localization of failures, the existing built-in test equipment (BITE) or automatic test equipment (ATE), if any.

It is also important to note that the stresses applied during an assembly level screening process should be low enough to avoid overstressing the weakest components in the assembly. This may not result in an adequate screening process for other components that may require higher stresses to precipitate flaws into failures. A component level screening process can be used to address this problem.

If a few components limit the stress level this indicates that they are the weakest part of the assembly. To avoid overdesign and underdesign in the item, the design should be made so that all components are as far as possible equally robust.

If some components cannot be equal in strength to the others in the design, they can be mounted after the RSS process or be specially protected during the reliability stress screening process (i.e. cooling, supporting, cushioning, etc.).

Since RSS is a temporary measure used only until the design, the components and the manufacturing processes are "debugged", the product should be designed so that permanent RSS is not necessary.

In summary, when selecting a screening process level, one should consider the following factors:

- the types of flaws to be precipitated;
- the most effective application level of a screening process, from the technical and financial point of view;
- the quality of incoming materials/components, (where these have been previously screened by their manufacturers).

11 Intensité de déverminage

L'efficacité du processus de déverminage peut être exprimée numériquement en tant qu'intensité de déverminage. Elle est définie comme la part de défauts transformés en défaillances par le processus de déverminage. L'intensité de déverminage dépend des éléments suivants:

- durée du processus de déverminage (pour des durées plus longues, l'effet se stabilise);
- types de contrainte;
- niveaux de contrainte;
- efficacité de l'essai après le processus de déverminage (couverture de l'essai);
- efficacité du contrôle durant le processus de déverminage (le cas échéant);
- règles de décision (temps de déverminage fixe ou période d'absence de défaillance prescrite) (voir CEI 61163-1).

Dans la CEI 61163-1 et la CEI 61163-2, les types/cycles et les niveaux de contraintes fixes sont généralement utilisés en association avec une période d'absence de défaillances variable. La durée de la période d'absence de défaillances est modifiée de façon à maintenir le nombre de défauts maximal attendu après le processus de déverminage (c'est-à-dire sur le marché) en dessous d'un niveau spécifié.

12 Sélection du déverminage

Avant de sélectionner un type de déverminage, il est important de comprendre les divers mécanismes de défaillance associés au matériel à l'étude. Cette compréhension nécessite une connaissance approfondie des propriétés et du comportement des matériaux utilisés dans le matériel électronique, ainsi que des différents processus de fabrication appliqués au matériel et susceptibles d'induire des défauts dans le matériel.

Il convient de sélectionner le déverminage indépendamment des environnements d'exploitation applicables mais de façon à provoquer les mêmes modes de défaillance. Cependant, il convient que les types de déverminage sélectionnés ne dégradent pas de manière significative ni ne détruisent le matériel soumis à l'opération. Il convient de veiller à n'induire aucune défaut dans les entités au cours de la manipulation (par exemple endommagement par décharge électrostatique (endommagement ESD)).

13 Défauts détectés par un processus de déverminage

Généralement, le processus de déverminage est destiné à détecter les trois types de défauts suivants:

a) Défauts intrinsèques

Ces types de défauts sont liés aux composants ou aux matériaux. Elles sont dues à une conception inadaptée ou à un mauvais processus de fabrication de composants. Les dérives de paramètres, les tolérances incorrectes, les défauts de connexion et la contamination constituent des exemples de défauts intrinsèques au niveau des composants ou des matériaux.

b) Défauts induites

Ces types de défauts apparaissent dans le processus de déverminage au niveau de l'ensemble et ils sont dus à des mauvais processus de fabrication, à une mauvaise manipulation des composants ou des matériaux durant l'assemblage, à une qualité de travail peu satisfaisante ou à des procédures de contrôle qualité inadaptées.

11 Screening strength

The efficiency of the RSS process can be expressed in numbers as the screening strength. This is defined as the fraction of flaws that the RSS process precipitates as failures. The screening strength depends on the following elements:

- the duration of the RSS process (with longer durations of time, the effect levels off);
- the stress types;
- the stress levels;
- the efficiency of the test after the RSS process (test coverage);
- the efficiency of the monitoring during the RSS process (if any);
- the decision rules (i.e. fixed RSS-time or required failure-free period (see IEC 61163-1)).

In IEC 61163-1 and IEC 61163-2 fixed stress types/cycles and levels are usually used combined with a varying length of the failure free period. The duration of the failure free period is varied so that the maximum expected number of flaws after the RSS-process (i.e. on the market) is kept below a specified level.

12 Selection of screens

Before selecting a screen type it is important to understand the different failure mechanisms associated with the hardware under consideration. Such understanding requires a thorough knowledge of the properties and behaviour of the materials employed in the electronic hardware, as well as the different manufacturing processes which the hardware will experience and which may induce flaws into the hardware.

The screen selection should be independent from the applicable field environments but precipitate the same failure modes. However, the types of screens selected should neither degrade in a significant way nor destroy the hardware being screened. Care should be taken not to induce flaws in the items during handling (i.e. electrostatic discharge damage (ESD damage)).

13 Flaws detected by a reliability stress screening process

Generally, the RSS process will aim at detecting the following three types of flaws:

a) Inherent flaws

These types of flaws are component- or materials-related. They are due to inadequate design or poor manufacturing process of components. Parameter drifts, incorrect tolerances, poor bonding and contamination are examples of inherent flaws in components/materials.

b) Induced flaws

These types of flaws are found in the assembly level screening process and they are due to poor manufacturing processes, poor handling of components/materials during assembly, poor workmanship or inadequate quality control procedures.

c) Conception inadéquate

Le déverminage est principalement destiné à détecter des défauts intrinsèques ou induites. Il convient de préférence de traiter une conception inadéquate en utilisant d'autres essais, tels que des essais d'acceptation de conception bien structurés. Des défauts provoqués par une conception inadéquate peuvent apparaître à la fois dans les composants et dans les ensembles. Il s'agit de types de défauts de conception qui ne peuvent pas être détectés par des moyens courants tels que l'analyse du cas le plus défavorable, les essais d'acceptation de conception, les essais de fiabilité, ou tout autre essai de qualification, mais qui se transforment en défaillances uniquement s'il sont exposés à un ou plusieurs types de contraintes. L'interférence de tolérances, les dérives et les retards de propagation constituent des exemples de défauts dus à une conception inadéquate.

14 Processus de déverminage présérie

Un essai de processus de déverminage présérie (voir 15.5) peut être très utile pour l'évaluation pratique des types de défauts et des densités associées, et pour l'estimation de l'efficacité des différents types de déverminage applicables pour la transformation de ces défauts. Les données analysées d'un processus de déverminage présérie peuvent être très utiles pour le réglage précis et la stabilisation du processus de déverminage de série. Cependant, il convient d'essayer d'éviter une mauvaise interprétation de ces données, qui pourrait être trompeuse dans de nombreux cas tels que ceux indiqués ci-dessous:

- configuration du matériel présérie différente de la configuration de série;
- qualité des composants/matériaux utilisés au niveau du matériel présérie différente de celle du matériel de série;
- absence de contrôle de qualité adapté durant la phase de présérie;
- processus de fabrication immature durant la phase de présérie.

Ces facteurs doivent être pris en considération lorsque l'on utilise des données de processus de déverminage présérie pour sélectionner le processus de déverminage de série et décider de ses paramètres.

15 Planification, réalisation et suppression d'un processus de déverminage

15.1 Généralités

Lorsque le résultat de l'analyse décrite à l'article 7 indique la nécessité d'un processus de déverminage, un plan de déverminage est indispensable. En raison du nombre de types de matériel électronique, et de l'éventail de leurs applications possibles, les détails spécifiques du processus de planification tels que le niveau d'application du processus de déverminage, les types de processus et les niveaux de contraintes, ne peuvent pas être normalisés. Cependant, une procédure de planification générale est décrite ci-après, avec un guide pour la sélection des paramètres spécifiques.

15.2 Etape 1 – Identification des objectifs et des buts

Cette étape est primordiale dans le processus de planification. L'efficacité du processus de déverminage ne peut pas être garantie sans une identification des objectifs à atteindre.

c) Inadequate design

RSS is mainly intended to detect inherent flaws or induced flaws. Inadequate design should preferably be addressed by other tests, such as well structured design acceptance tests. Flaws caused by inadequate design can be found in both components and assemblies. These are types of design flaws that cannot be detected by common means such as worst case analysis, design acceptance tests, reliability tests or any other qualification tests, but will only precipitate as failures when exposed to one or more types of stresses. Tolerance interference, drifts and propagation delay problems are examples of flaws due to inadequate design.

14 Pre-production screening process

A pre-production screening process test (see 15.5) can be very useful for practical evaluation of the types of flaws and their associated densities, and in assessing the effectiveness of the different types of screens applicable when precipitating these flaws. The analyzed data of a pre-production screening process can be very valuable for the fine-tuning and stabilization of the production screening process. However, one should try to avoid misinterpretation of such data, as it may be deceiving in many cases such as those indicated below:

- pre-production hardware configuration may be different from production configuration;
- the quality of components/materials used in pre-production hardware may be different from that of production hardware;
- lack of adequate quality control during pre-production phase;
- immature manufacturing processes during pre-production phase.

These factors have to be considered when using pre-production screening process data to select the production screening process and deciding on its parameters.

15 Planning, performing and eliminating a reliability stress screening process

15.1 General

When the outcome of the analysis described in clause 7 has indicated the need for an RSS process, then a screening plan is called for. Due to the numerous types of electronic hardware, and all their possible different applications, the specific details of the planning process, such as screening process application level, types of screening process and stress levels, cannot be standardized. However, the following outlines a general planning procedure, with some guidance on how to select the specific parameters.

15.2 Step 1 – Identification of objectives and goals

This step is essential in the planning process. Effectiveness of the screening process cannot be ensured without clear identification of objectives and goals to be achieved.

15.2.1 Identification des objectifs

Un processus de déverminage est normalement appliqué avec au moins un des objectifs suivants à l'esprit:

- a) atteindre un certain niveau de fiabilité requis. C'est le cas si les prédictions de fiabilité, les données en exploitation ou les données d'essai indiquent un niveau de fiabilité inférieur au niveau requis ou prévu;

NOTE – Il est important de noter que ce niveau de fiabilité inférieur est nécessairement le résultat de défauts, et non d'autres types de défaillances ne pouvant pas être éliminés par le processus de déverminage ou pouvant être éliminés de façon plus efficace par d'autres moyens que le processus de déverminage.

- b) atteindre un niveau de densité de défauts maximal spécifié qui soit acceptable ou supérieur sur le marché. C'est le cas si un contrat spécifie un niveau de densité de défauts maximal ou si des données de garantie en exploitation et une analyse des coûts ont indiqué la nécessité de réduire la densité des défauts à un certain niveau, afin de répondre aux attentes du client et/ou d'atteindre des objectifs financiers;
- c) transformer un nombre maximal de défauts pour un certain budget alloué. C'est le cas si un programme de déverminage sous contrainte est nécessaire, mais qu'un budget fixe lui est alloué.

15.2.2 Identification des buts

Pour s'assurer de l'efficacité du programme de déverminage, il convient de pouvoir mesurer les résultats du processus de déverminage par rapport à des buts prédéfinis. Pour cela il est nécessaire que ces buts prédéfinis soient quantitatifs. Il convient de considérer l'adéquation du niveau de déverminage, du régime d'essai et du nombre de défaillances prévues ou observées. Il convient de prendre en compte les facteurs suivants lorsque l'on se fixe comme but d'atteindre une certaine densité de défauts:

- a) complexité du matériel étudié: la complexité est évaluée d'après le nombre et la variété de composants/sous-composants et des matériaux utilisés dans le matériel étudié, ainsi que d'après le nombre et la variété des connexions/interconnexions utilisées pour le construire. Plus la complexité est grande, plus la densité de défauts à laquelle on peut s'attendre est élevée;
- b) technique: une technique bien établie aura moins de chances de comporter des défauts qu'une technique non encore arrivée à maturité;
- c) processus de fabrication: des processus de fabrication nouveaux ou complexes, ainsi que des processus de contrôles qualité insuffisants ou inadaptés, contribuent à une forte densité de défauts. Par contre, un processus de fabrication éprouvé et bien contrôlé réduit la probabilité de défauts induites dans le matériel électronique;
- d) processus de déverminage précédent: le fait que les matériaux, composants ou modules, achetés, aient subi ou non un processus de déverminage précédent effectué par le vendeur ou par le sous-traitant, influence la densité de défauts du matériel;
- e) environnements d'application: il est important d'évaluer le type et le niveau de contrainte auxquels sera exposé le matériel durant les applications sur le terrain. Certains types de défauts se transformant en défaillances dans un environnement d'application contraignant peuvent parfaitement résister pendant la vie utile du matériel dans un environnement d'application moins contraignant. Cependant, une telle évaluation nécessite une connaissance approfondie des caractéristiques ainsi que des facteurs dépendants des contraintes et du temps des types de défauts considérés.

NOTE – Il est très important de souligner que les profils d'environnement et de fonctionnement n'ont absolument aucun rapport avec les types de déverminages sélectionnés, du fait de la différence distincte entre les essais de qualification d'environnement et le processus de déverminage. En fonction du type et de la maturité des processus de fabrication employés pour produire le matériel, les défauts varient à la fois en intensité et en densité. Des défauts de forte intensité provoquent presque des défaillances du fait de leur mécanisme de dégradation. Ces défauts de forte intensité provoquent des défaillances durant la vie utile du matériel; par ailleurs, il est possible que des environnements contraignants soient nécessaires pour que des défauts de faible intensité provoquent des défaillances, qui ne surviendraient peut-être pas dans des environnements moins sévères.

15.2.1 Identification of objectives

An RSS process is normally applied with at least one of the following objectives in mind:

- a) achieve a certain required reliability level. This would be the case when reliability predictions, field data or test data, indicate a lower level of reliability than required or expected;

NOTE – It is important to note that this lower reliability level will be due to flaws and not to other types of failures that cannot be eliminated by RSS or are better eliminated by other means.

- b) achieve a specified maximum allowable flaw density level or better on the market. This would be the case when a contract specifies a maximum flaw density level, or when a field warranty data and cost trade-off analysis have indicated the need to reduce the flaw density to a certain level, in order to meet customer expectations and/or achieve cost objectives;
- c) precipitate the maximum number of flaws for a known allocated budget. This would be the case when a reliability stress screening process programme is called for, but there is a fixed cost budget allocated to it.

15.2.2 Identification of goals

To ensure the effectiveness of the screening programme, the results of the screening process should be measurable against pre-set goals. This necessitates that these pre-set goals be quantitative. The adequacy of the screening level, the testing regime and the expected or observed number of failures should be considered. When setting a goal for flaw density the following factors should be considered:

- a) complexity of the hardware under consideration: complexity is assessed by the number and variety of components/subcomponents and materials used in the hardware under consideration, as well as by the number and variety of connections/interconnections used to build it. The higher the complexity, the higher the flaw density which can be expected;
- b) technology: a well established technology will have less probability of containing flaws than a technology which has not yet matured;
- c) manufacturing processes: new or complicated manufacturing processes, as well as poor or inadequate quality control processes, will contribute to a high flaw density. While, on the other hand, a mature and adequately controlled manufacturing process will reduce the likelihood of inducing flaws into the electronic hardware;
- d) previous screening process: whether or not the purchased materials, components or modules have survived a previous vendor or subcontractor screening process will influence the flaw density of the hardware;
- e) application environments: it is important to evaluate the type and level of stress to which the hardware will be exposed during field applications. Certain types of flaws which become failures in a stressful application environment may very well survive the hardware useful life in a not so stressful application environment. However, such evaluation necessitates a thorough knowledge of the characteristics as well as the stress and time dependency factors of the types of flaws being considered.

NOTE – It is very important to emphasize that the environmental and operational profiles have absolutely no relation to the types of screens selected. This is due to the distinct difference between environmental qualification tests and the RSS process. Depending on the type and maturity of the manufacturing processes employed to produce the hardware, the flaws will vary in both intensity and density. Flaws of high intensity come close to causing failures due to their degradation mechanism. These high intensity flaws will cause failures during the hardware useful life, while on the other hand, flaws of low intensity may require harsh environments to cause failures, and may not fail at all in benign environments.

En considérant tous les facteurs ci-dessus et en établissant la comparaison à un matériel similaire, présentant une complexité et des processus de fabrication similaires, il est possible d'établir une densité de défauts maximale, par exemple sous la forme du pourcentage maximal autorisé d'entités fragiles sur le marché (voir la CEI 61163-1).

15.3 Etape 2 – Conception et application du processus de déverminage

La sélection des types de déverminage, de leurs paramètres, de leur intensité et du niveau approprié d'application, constitue l'étape la plus importante du processus global. Un déverminage idéal consiste à forcer la transformation de défauts en défaillances de production sans détruire ou dégrader les composants/matériaux de qualité satisfaisante.

Une compréhension approfondie des points listés ci-dessous est primordiale pour une conception et une application correctes du déverminage. Des séquences de déverminage figurent dans les documents IECQ, par exemple les séries CEI 60747 et CEI 60748.

a) Types de processus de déverminage.

Les différents types de processus de déverminage, leurs caractéristiques et leurs capacités à accélérer les mécanismes de dégradation.

Ci-après figurent des exemples de différents types de processus électriques, mécaniques et autres processus de sélection représentant des candidats éventuels pour le processus de déverminage:

- températures élevées;
- faibles températures;
- choc thermique;
- cycles de température (vitesse de variation de la température);
- vibration aléatoire;
- vibration sinusoïdale;
- accélération constante;
- secousse et choc;
- contrainte électrique, y compris transitoires et autres perturbations électromagnétiques;
- humidité;
- altitude;
- combinaison de température élevée et vibration;
- combinaison de cycles de température et de vibration aléatoire;
- combinaison de cycles de température, de vibration aléatoire et de cycles de puissance;
- combinaison de cycles de température, de vibration aléatoire et d'altitude;
- combinaison de cycles de température et vibration sinusoïdale;
- fonctionnement intermittent;
- chargement opérationnel;
- cycles de puissance.

b) Processus de déverminage courant

Divers exemples de processus de déverminage couramment utilisés (et leurs caractéristiques) sont proposés ci-dessous.

- 1) Température élevée: processus de déverminage efficace qui peut être appliqué à tout niveau. Le composant ayant la température assignée la plus faible détermine la température maximale pouvant être utilisée. Par conséquent, une valeur de température supérieure peut être tolérée pour des composants et des niveaux d'ensemble inférieurs. Comparé à d'autres déverminages, il est considéré comme le moins coûteux.

Considering all of the above factors in comparison with similar hardware, with similar complexity and manufacturing processes, a maximum flaw density can be established, for example measured as the maximum allowable percentage of weak items on the market (see IEC 61163-1).

15.3 Step 2 – Screening process design and application

Selection of screen types, their parameters, their strength and the appropriate level of their application is the most important step in the entire process. An ideal screen is one that forces flaws into factory failures without destroying or degrading the good components/materials.

A thorough understanding of the topics listed below is essential for proper screen design and application. Some screening sequences can be found in IECQ documents, for example, the IEC 60747 and IEC 60748 series.

a) Screening process types

The different types of screening processes, their characteristics and their capabilities in accelerating the degradation mechanisms.

The following are examples of different types of electrical, mechanical and other screening processes which constitute potential candidates for the stress screening process:

- elevated temperatures;
- low temperatures;
- temperature shock;
- temperature cycling (ramp rate);
- random vibration;
- sine vibration;
- constant acceleration;
- bump and shock;
- electrical stress, including transients and other electromagnetic disturbances;
- humidity;
- altitude;
- combined elevated temperature and vibration;
- combined temperature cycling and random vibration;
- combined temperature cycling, random vibration and power cycling;
- combined temperature cycling, random vibration and altitude;
- combined temperature cycling and sine vibration;
- intermittent functional operation;
- operational loading;
- power cycling.

b) Common screening processes

Examples of commonly used screening processes (and their characteristics) include the following.

- 1) Elevated temperature: an effective screening process which can be applied at any level. The component with the lowest temperature rating will determine the maximum temperature that can be used. Therefore, a higher temperature value can be tolerated for components and for lower assembly levels. When compared to other screens it is considered the least expensive.

Paramètres de contraintes:

- valeur de la température;
- durée d'exposition.

Défectuosités typiques détectées: dérives, défauts de connexion, contamination et problèmes chimiques.

NOTE – Lors du contrôle du processus de déverminage sous contraintes de température élevée, il est important de surveiller la température au niveau du composant ou à proximité, et non la température moyenne du four. Il convient que le système de surveillance de la température soit indépendant du système de contrôle de la température.

- 2) Cycles de température: processus de déverminage très efficace pouvant être appliqué à tous les niveaux. Son efficacité est due à sa forte capacité potentielle à révéler une large gamme de défauts intrinsèques, induites par le processus et induites par l'exécution du travail.

Paramètres de contrainte:

- valeurs haute et basse des températures;
- vitesse de variation;
- nombre de cycles;
- temps d'arrêt.

Défectuosités typiques détectées: tolérances incorrectes, dérives, défaillances d'étanchéité, connexions défectueuses, contacts de relais défectueux, contamination, problèmes chimiques et cartes imprimées défectueuses.

NOTE – Lors du contrôle du processus de déverminage sous contraintes par cycles de température, il est important de surveiller la température au niveau du composant ou à proximité, et non la température moyenne du four. Il convient que le système de surveillance de la température soit indépendant du système de contrôle de la température. La vitesse de variation de la température est fortement influencée par la capacité thermique dans la chambre d'essai (entités déverminées, connecteurs, câbles, matériel de contrôle etc.). Si les entités déverminées sont mises hors tension au début du cycle de refroidissement, et sous tension au début du cycle de chauffage, on peut prévoir une contrainte thermique maximale juste après la mise sous tension des entités.

- 3) Vibration: processus de déverminage efficace, particulièrement quand il est appliqué à des niveaux d'ensemble plus élevés. La vibration est par exemple un processus de déverminage utile pour certaines pièces électromécaniques.

Paramètres de contrainte:

- type de vibration, (sinusoïdale et aléatoire);
- niveau de vibration, fréquence et amplitude;
- nombre d'axes (parmi six degrés de liberté);
- durée d'exposition.

Défectuosités typiques détectées: matériel détaché, connexions défectueuses, fils cassés, problèmes structurels et contamination d'éléments. L'essai par vibration acoustique (PIND) constitue un processus spécial de déverminage par vibration. (Voir les documents MIL STD 750, 2052 et MIL STD 883, 2020.)

NOTE – Du fait des résonances, il est possible qu'une partie de l'entité déverminée subisse jusqu'à approximativement 25 fois le niveau d'accélération imposé sur l'entité elle-même. Il convient que le circuit de surveillance soit indépendant du circuit de contrôle au niveau du matériel de vibration. La vibration peut être appliquée sur un, deux, ou trois axes, ou dans un vecteur oblique appliquant une vibration sur trois axes en même temps. Lorsque l'on choisit la ou les directions de la vibration, il convient de tenir compte des fréquences de résonance pour les sous-systèmes et les composants, ainsi que de leur robustesse. Une vibration sinusoïdale de fréquence fixe excite principalement les composants et sous-systèmes présentant une fréquence de résonance proche de cette fréquence. Si un balayage sinusoïdal est utilisé, il excite une fréquence de résonance à la fois. Une vibration aléatoire excite toutes les résonances en même temps, augmentant le niveau de contrainte et la probabilité de collision entre composants.

- 4) Cycles de température et de vibrations: processus de déverminage très efficace, particulièrement quand il est appliqué à des niveaux d'ensemble plus élevés, car il possède une forte capacité à révéler à la fois les défauts de composant et celles qui relèvent du processus de fabrication.

Stress parameters:

- temperature value;
- duration of exposure.

Typical flaws detected: drifts, poor connections, contamination and chemical problems.

NOTE – When controlling the elevated temperature stress screening process, it is important to monitor the temperature at or near the component, and not the average temperature of the oven. The temperature monitoring system should be independent of the temperature control system.

- 2) Temperature cycling: a very effective screening process that can be applied at all levels. Its effectiveness is due to its high potential capability to reveal a wide variety of inherent, process induced and workmanship induced flaws.

Stress parameters:

- high and low temperature values;
- rate of change;
- number of cycles;
- dwell time.

Typical flaws detected: incorrect tolerances, drifts, hermetic seal failures, poor connections, bad relay contacts, contamination, chemical problems, and PCB flaws.

NOTE – When controlling the temperature cycling stress screening process, it is important to monitor the temperature at or near the component, and not the average temperature of the oven. The temperature monitoring system should be independent of the temperature control system. The rate of temperature change is strongly influenced by the thermal mass in the test chamber (items being screened, connectors, cables, control equipment, etc.). If the items being screened are turned off when the cooling cycle starts, and on when the heating cycle starts, the maximum thermal stress can be expected just after the items are turned on.

- 3) Vibration: an effective screening process, especially when applied at higher assembly levels. Vibration is for example a useful screening process for some electromechanical parts.

Stress parameters:

- type of vibration (sine or random);
- vibration level, frequency and amplitude;
- number of axes (of possible six degrees of freedom);
- duration of exposure.

Typical flaws detected: loose hardware, poor connections, broken wires, structural problems and particle contamination. A special vibration screening process is the Particle Impact Noise Detection (PIND). (See MIL STD 750, 2052 and MIL STD 883, 2020.)

NOTE – The resonances may cause part of the item being screened to experience up to approximately 25 times the acceleration level imposed on the item itself. The monitoring circuit should be independent of the control circuit for the vibration equipment. Vibration can be applied along one, two or three axes or in an oblique vector applying vibration along all three at the same time. When choosing the direction(s) of vibration the resonance frequencies for the subsystems and components as well as their robustness should be considered. A sinusoidal vibration with a fixed frequency will excite primarily components and subsystems with a resonance frequency nearing this frequency. If a sinusoidal sweep is used it will excite one resonance frequency at a time. A random vibration will excite all resonances at the same time, increasing the stress level and the probability of collision between components.

- 4) Temperature cycling and vibration: a very effective screening process, especially when applied at the higher assembly levels, since it has a high capability for revealing both component and manufacturing process flaws.

Paramètres de contrainte: en plus des paramètres de contraintes pour les cycles de température et de vibration, le seul autre paramètre est le choix d'une application de déverminages combinée ou séquentielle.

Défectuosités typiques détectées: joints de soudure défectueux, contamination, matériel détaché, connexions intermittentes et défectueuses.

NOTE – Lors du contrôle du processus de déverminage sous contraintes par cycles de température, il est important de surveiller la température au niveau du composant ou à proximité, et non la température moyenne du four. Il convient que le système de surveillance de la température soit indépendant du système de contrôle de la température. Le taux de changement de température est fortement influencé par la capacité thermique dans la chambre d'essai (entités déverminées, connecteurs, câbles, matériel de contrôle etc.). Si les entités déverminées sont mises hors tension au début du cycle de refroidissement, et sous tension au début du cycle de chauffage, on peut prévoir une contrainte thermique maximale juste après la mise sous tension des entités. Du fait des résonances, il est possible qu'une partie de l'entité déverminée subisse jusqu'à approximativement 25 fois le niveau d'accélération de vibration imposé sur l'entité elle-même.

Il convient que le circuit de surveillance soit indépendant du circuit de contrôle pour le matériel de vibration. La vibration peut être appliquée sur un, deux, ou trois axes, ou dans un vecteur oblique appliquant une vibration sur trois axes en même temps. Lorsque l'on choisit la ou les directions de la vibration, il convient de tenir compte des fréquences de résonance pour les sous-systèmes et les composants ainsi que de leur robustesse. Une vibration sinusoïdale de fréquence fixe excite principalement les composants et sous-systèmes présentant une fréquence de résonance proche de cette fréquence. Si un balayage sinusoïdal est utilisé, il excite une fréquence de résonance à la fois. Une vibration aléatoire excite toutes les résonances en même temps, augmentant le niveau de contrainte et la probabilité de collision entre composants.

- 5) Secousse et choc: processus de déverminage qui peut être utilisé dans le même but que la vibration aléatoire. Une secousse ou un choc, par exemple, excitent les fréquences de résonance de chaque composant de l'entité. Le mode de vibration résultant est souvent similaire à celui qui est observé avec une vibration aléatoire. Noter cependant que la vibration déplace l'entité entre les amplitudes extrêmes alors que secousse et choc s'achèvent avec une amplitude nulle. Une secousse ou un choc tendent donc à déplacer les composants de l'entité dans une direction, tandis que la vibration tend à les replacer au point d'origine.

NOTE – Du fait des résonances, il est possible qu'une partie de l'entité déverminée subisse jusqu'à approximativement deux fois le niveau d'accélération de choc ou secousse imposé sur l'entité elle-même. Le choc ou la secousse peut être appliqué sur un, deux ou trois axes ou dans un vecteur oblique appliquant un choc ou une secousse sur trois axes en même temps. Lorsque l'on choisit la ou les directions, il convient de tenir compte des fréquences de résonance pour les sous-systèmes et les composants ainsi que de leur robustesse. Les entités trop grandes pour un équipement de choc ou de secousse peuvent être excitées par exemple par un marteau pneumatique placé sur le châssis.

- 6) Accélération constante: processus de déverminage souvent utilisé pour le déverminage de processus d'assemblage mécanique fragiles de certaines pièces des composants.
- 7) Humidité: rarement utilisée dans les processus de déverminage, mais souvent utilisée pour les essais destructifs sur échantillon afin de déverminer des lots, comme c'est le cas pour l'essai sous contrainte à forte accélération (essai HASS) voir également les niveaux dans la CEI 60749.
- 8) Charge opérationnelle: la charge opérationnelle peut être utilisée pour le déverminage, seule ou combinée à d'autres types de contraintes. La charge opérationnelle subie sur le marché est généralement augmentée, par exemple en utilisant une charge d'entrée maximale, une charge de sortie maximale, un cycle de charge rapide, une tension maximale ou minimale, un refroidissement minimal, etc.

NOTE – Ce type de déverminage peut généralement être établi à peu de frais en utilisant l'entité elle-même et ses circuits de contrôle pour contrôler, surveiller et détecter les défaillances durant le processus de déverminage.

- 9) Déverminage multi-opérationnel (MOSS): dans ce processus de déverminage, plusieurs types de contraintes sont utilisés dans le même processus de déverminage. Ce processus de déverminage a l'avantage de provoquer la transformation des défauts susceptibles de se produire sous l'effet des interactions de contraintes survenant au niveau du produit pendant l'utilisation. Dans l'idéal, le MOSS serait l'option privilégiée pour tout déverminage, mais est souvent impossible du fait de son application contraintes pratiques, de considérations de temps et de coût.

Stress parameters: in addition to the stress parameters for temperature cycling and vibration, the only other parameter is the choice of combined or sequential screen application.

Typical flaws detected: poor solder joints, contamination, loose hardware, intermittent and poor connections.

NOTE – When controlling the temperature cycling stress screening process it is important to monitor the temperature at or near the component, and not the average temperature of the oven. The temperature monitoring system should be independent of the temperature control system. The rate of temperature change is strongly influenced by the thermal mass in the test chamber (items being screened, connectors, cables, control equipment etc.). If the items being screened are turned off when the cooling cycle starts, and on when the heating cycle starts the maximum thermal stress can be expected just after the items are turned on. The resonances may cause part of the item being screened to experience up to approximately 25 times the vibration acceleration level imposed on the item itself.

The monitoring circuit should be independent of the control circuit for the vibration equipment. Vibration can be applied along one, two or three axes or in an oblique vector applying vibration along all three axes at the same time. When choosing the direction(s) of vibration the resonance frequencies for the subsystems and components as well as their robustness should be considered. A sinusoidal vibration with a fixed frequency will excite primarily components and subsystems with a resonance frequency nearing this frequency. If a sinusoidal sweep is used it will excite one resonance frequency at a time. A random vibration will excite all resonances at the same time, increasing the stress level and the probability of collision between components.

- 5) Bumps and shock: a screening process which can be used for the same purpose as random vibration. A bump or a shock will for example excite the resonance frequencies of each component in the item. The resultant vibration mode is often similar to that observed with a random vibration input. Note, however, that vibration moves the item between the extreme amplitudes while bump and shock ends with a zero amplitude. A bump or shock will therefore tend to move components in the item in one direction, while vibration will tend to move them back to the point of origin.

NOTE – The resonances may cause part of the item being screened to experience up to approximately twice the shock or bump acceleration level imposed on the item itself. Shock or bump can be applied along one, two or three axes or in an oblique vector applying shock/bump along all three axes at the same time. When choosing the direction(s) the resonance frequencies for the subsystems and components as well as their robustness should be considered. Items that are too large for a shock or bump equipment can be excited for example by a pneumatic hammer on the chassis.

- 6) Constant acceleration: a screening process which is often used for weak mechanical assembling processes of parts in components.
- 7) Humidity: humidity is seldom used in screening processes, but is often used as a destructive test on a sample in order to screen lots, as is the case with the Highly Accelerated Stress Screen (HASS) (see also levels in IEC 60749).
- 8) Operational load: operational load can be used for RSS either alone or combined with other stress types. The operational load experienced on the market is usually increased, for example by using maximum input load, maximum output load, a rapid load cycle, maximum or minimum voltage, minimum cooling, etc.

NOTE – This type of stress screening can usually be established very cheaply using the item itself and its control circuits to control, monitor and detect failures during the screening process.

- 9) Multi-operational stress screening (MOSS): in this RSS process several stress types are used in the same RSS process. The advantage of such a screening process is that it precipitates the flaws that would also occur due to stress interactions that will be experienced by the product during use. Ideally MOSS would be the preferred option for all screening, but often this is not possible due to practical constraints, time and cost considerations.

c) Mécanismes de défaillance

Un processus de déverminage idéal est conçu dans la perspective de certains types spécifiques de défauts. Il nécessite une bonne compréhension des différents types de mécanismes de défaillance, et donc une connaissance approfondie des sujets suivants:

- mécanismes de dégradation pouvant provoquer des défaillances sous des contraintes de fonctionnement et/ou d'environnement, du fait de défauts spécifiques;
- les différents types de matériaux employés dans le matériel électronique, particulièrement dans les dispositifs micro-électroniques. On peut citer par exemple les semi-conducteurs, les matières céramiques, les isolants, les polymères, les composés chimiques, les plastiques et différents types d'alliages et de métaux;
- comportement et caractéristiques de performance de ces matériaux, lorsqu'ils sont exposés à une vaste gamme de contraintes de fonctionnement et d'environnement, et niveaux seuils correspondants;
- les différents types d'interfaces présents au niveau des dispositifs micro-électroniques, des circuits électroniques et des ensembles électroniques supérieurs, tels que les ensembles métal-métal, métal-semi-conducteur et diélectrique-semi-conducteur. Il est important de comprendre les principales caractéristiques de ces interfaces, par exemple l'expansion thermique, les propriétés chimiques, les structures cristallines et beaucoup d'autres.

d) Processus de fabrication

La connaissance des processus de fabrication auxquels le matériel est exposé est importante pour la conception du processus de déverminage. De nombreux types de processus de fabrication sont impliqués dans la production de matériaux, de dispositifs micro-électroniques et d'ensembles électroniques. En fonction du niveau d'application du processus de déverminage et du type de matériel en étude, il convient de considérer les processus de fabrication applicables qui peuvent potentiellement induire des défauts dans le matériel.

Par exemple, les processus de fabrication impliqués dans la production de dispositifs micro-électroniques peuvent induire des défauts tels que: humidité/gaz piégé, produits chimiques résiduels, défauts d'étanchéité, défauts au niveau des joints soudés, flux de brasage, contaminations, défauts de liaison de soudage et autres. On peut citer aussi le cas des processus de fabrication utilisés pour construire des cartes imprimées, dont le plus courant est le brasage. Le brasage peut induire divers défauts du fait d'une température inappropriée et/ou de la durée du flux de brasage, de l'utilisation de techniques de brasage inadaptées, d'un mauvais choix du flux, d'un placement inadéquat ou du déplacement de composants avant la solidification de la brasure, à un choix inapproprié des solvants de nettoyage et autres.

En raison de l'avancée technologique et du développement de l'automatisation, des processus nouveaux ou modifiés ont été intégrés dans le cycle de fabrication. Tant que ces processus ne sont pas complètement mis au point, on considère qu'ils présentent un fort potentiel pour induire des défauts. Par exemple, avec l'introduction de la technique du montage en surface (SMT), de nouveaux types de défauts dus au processus de brasage sont apparus; il faudra cependant du temps avant que les données soient collectées et analysées pour permettre une compréhension totale du processus de brasage par montage en surface, des défauts associés et de leurs mécanismes de défaillance.

e) Limites de spécification en fonctionnement et hors fonctionnement

Comme indiqué précédemment, l'objectif d'un processus de déverminage consiste à transformer des défauts sans détruire ou dégrader le matériel sous contrainte. Il est important, lors de la conception des processus de déverminage et de la sélection de leurs paramètres, de ne pas dépasser les limites de spécification du matériel sous contrainte. Il faut éviter d'imposer des contraintes excessives dépassant les limites de spécification, sauf lors d'un déverminage de lot sur la base d'un échantillon.

c) Failure Mechanisms

An ideal screening process is one that is designed with specific types of flaws in mind. This requires sound understanding of the different types of failure mechanisms, which necessitates thorough knowledge of the following subjects:

- degradation mechanisms which can cause failures under operational and/or environmental stresses, as a result of specific flaws;
- the different types of materials employed in electronic hardware, especially in microelectronic devices. Examples of such materials are semiconductors, ceramics, insulators, polymers, chemical compounds, plastics and different types of alloys and metals;
- behaviour and performance characteristics of these materials when exposed to a wide variety of operational and environmental stresses, and the corresponding threshold levels;
- the different types of interfaces, which are found in microelectronic devices, electronic circuitry and higher electronic assemblies, such as metal-to-metal, metal-to-semiconductor and dielectric-to-semiconductor. It is important to understand the main characteristics of these interfaces, such as thermal expansion, chemical properties, crystal structures and many others.

d) Manufacturing processes

Knowledge of the manufacturing processes to which the hardware will be exposed is important in the design of the screening process. There are numerous types of manufacturing processes which are involved in producing materials, microelectronic devices and electronic assemblies. Depending on the application level of the screening process and the type of the hardware under consideration, the applicable manufacturing processes, which have the potential of inducing flaws into the hardware, should be considered.

For example, the manufacturing processes involved in producing microelectronic devices may induce flaws such as: trapped moisture/gases, residual chemicals, cracks in hermetic sealing, poor bonds, solder fluxes, contaminations, improper die attachment and others. Another example is the manufacturing processes used to build PCBs, of which the most common process is soldering. The soldering process can induce a variety of flaws due to unsuitable temperature and/or duration of solder flow, improper solder techniques, improper choice of flux, improper placement or movement of components prior to solder solidification, improper choice of cleaning solvents and others.

As a result of technological advancement, and the emphasis on automation, new or modified processes have been introduced into the manufacturing cycle. Until these processes are fully matured, they are considered to be of high potential to induce flaws. For example, with the introduction of SMT, new types of flaws due to the soldering process were introduced; however, it will take some time before data are collected and analyzed to fully understand the SMT soldering process, associated flaws and their failure mechanisms.

e) Operating and non-operating specification limits

As previously stated, the purpose of an RSS process is to precipitate flaws without destroying or degrading the hardware under stress. It is important when designing the screening processes and selecting their parameters that specification limits of the hardware under stress should not be exceeded. Overstressing beyond the specification limits should be avoided, except when screening lots based on a sample.

- f) Capacité de l'essai fonctionnel à détecter des défaillances provoquées par des défauts. Il est fortement recommandé de soumettre les entités déverminées à des essais avant et après le processus de déverminage sous contraintes, avec le même matériel d'essai et le même programme d'essai. Cela permet d'améliorer la fiabilité des estimations du nombre de défaillances survenant au cours du processus de déverminage (voir figure 2).

Pour détecter des défaillances intermittentes et obtenir une durée précise pour chaque défaillance, il est recommandé de surveiller certains des paramètres fonctionnels des entités durant le processus de déverminage (voir figure 2).

Lorsque l'on conçoit des processus de déverminage pour des défauts définies, il convient de considérer la disponibilité du matériel d'essai et sa capacité à détecter les différents modes de défaillance occasionnés par ces défauts. Par exemple, des défaillances peuvent apparaître en mode intermittent, exigeant que la durée des essais de fonctionnement (lors de l'application d'une contrainte) soit suffisamment longue. Autre exemple: des défaillances apparaissant uniquement en mode dynamique, (les signaux d'entrée/sortie sont impliqués), telles que des défaillances provoquées par des dérives et des problèmes de retard de propagation. Là aussi, il convient d'évaluer la capacité à mettre en oeuvre et à surveiller ce type de mode.

- g) Objectifs et buts du processus de déverminage

Il convient d'adapter la conception du processus de déverminage aux objectifs et aux buts du programme de déverminage. Par exemple, il convient de s'entendre sur la densité de défauts prévue avant le processus de déverminage et sur la densité de défauts désirée après le processus de déverminage.

- h) Coût d'autres déverminages et niveaux d'application

Lors de la conception des processus de déverminage, il convient d'évaluer le coût du matériel de déverminage (chambres d'essai, tables de vibration, etc.), des matériels de tests fonctionnels, et le coût de la main-d'oeuvre par rapport à la capacité du type de processus de déverminage et des niveaux d'application à transformer les défauts. Ces analyses de coût sont expliquées plus en détail en 15.4. En raison de considérations économiques et afin d'utiliser un matériel de contrainte normalisé, c'est-à-dire chambres climatiques et matériel de vibration, il convient de sélectionner dans la mesure du possible les sévérités de contraintes indiquées dans la CEI 60068-2.

15.4 Etape 3 – Analyse coûts/bénéfices

15.4.1 Généralités

Que l'objectif soit de satisfaire à la prescription de fiabilité spécifiée ou de réduire le coût de garantie, le processus de déverminage est avant tout un processus déterminé par le coût. Il convient donc de réaliser une analyse des coûts/bénéfices pour évaluer le processus de déverminage. A la base, pour réaliser une économie grâce au processus de déverminage, il convient que le coût total du processus de déverminage soit inférieur au coût total du dépistage et de la réparation des défaillances en usine ou en exploitation, de la garantie et des pertes dues à la mauvaise réputation de la société.

15.4.2 Facteurs à prendre en considération pour évaluer le coût du processus de déverminage:

Il convient de prendre en compte les facteurs suivants pour évaluer le coût du processus de déverminage:

- niveau d'application, (composant, ensemble, sous-système ou système);
- quantité de matériel à déverminer (nombre par semaine et volume);

f) Adequacy of the functional test in detecting failures caused by flaws

It is strongly recommended to test the items screened before and after the reliability stress screening process with the same test equipment and test programme. This will increase confidence in the estimate made of the number of failures occurring during the RSS process (see figure 2).

In order to detect intermittent failures and obtain a precise time for each failure, it is recommended to monitor some of the functional parameters of the items during the RSS process (see figure 2).

When designing screening processes for targeted flaws, the availability of test equipment, and its capability of detecting the different failure modes caused by these flaws, should be considered. For example, failures can happen in an intermittent mode, which requires the duration of the functional tests (while stress is being applied) to be sufficiently long. Another example is when failures occur only in a dynamic mode, (input/output signals are exercised), such as failures caused by drifts and propagation delay problems. Again, the ability to exercise and monitor such modes should be evaluated.

g) Screening process objectives and goals

The screening process design should be tailored according to the screening programme objectives and goals. For example, the expected flaw density prior to the screening process and the targeted flaw density after the screening process should be agreed upon.

h) Cost of alternative screens and application levels

When designing screening processes, the cost of the screening process equipment, (test chambers, vibration tables, etc.), functional test instruments and labour cost, should be evaluated against the effectiveness of the screening process type and application levels in precipitating flaws. These cost analyses are explained in more detail in 15.4. Due to economic considerations and in order to use standard stress equipment i.e. climatic chambers and vibration equipment, the stress severities from the IEC 60068-2 series should be selected whenever possible.

15.4 Step 3 – Cost-benefit analysis

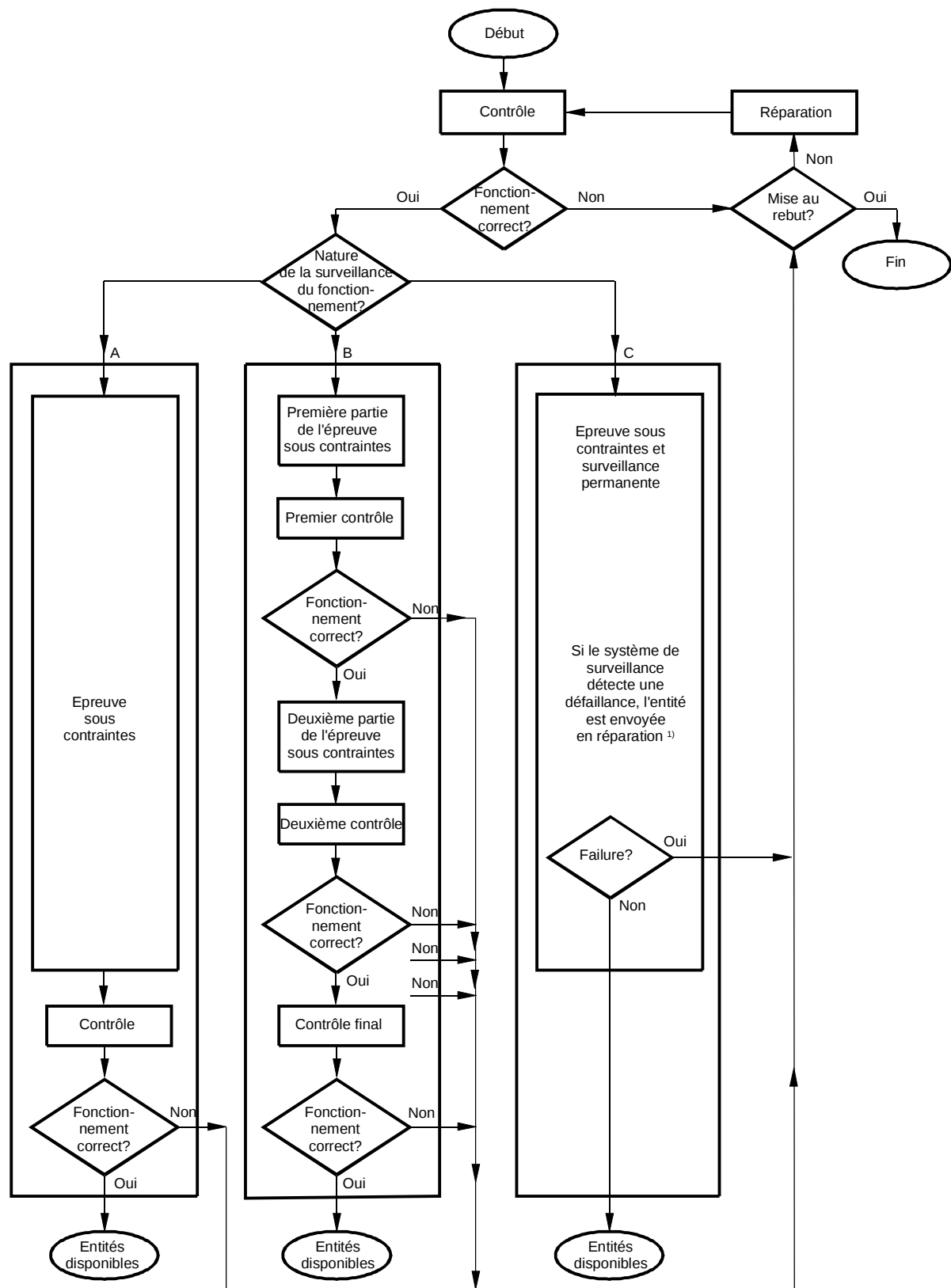
15.4.1 General

Whether the objective is to meet specified reliability requirement, or to reduce warranty cost, the RSS process is mainly a cost-driven process. Accordingly, cost-benefit analysis should be performed to assess the screening process. Basically, in order to benefit from the screening process, the total cost of the screening process should be less than the total cost of troubleshooting/repair of factory and field failures, warranty and bad reputation for the company.

15.4.2 Factors to be considered in evaluating the screening process cost

The following factors should be considered in evaluating the screening process cost:

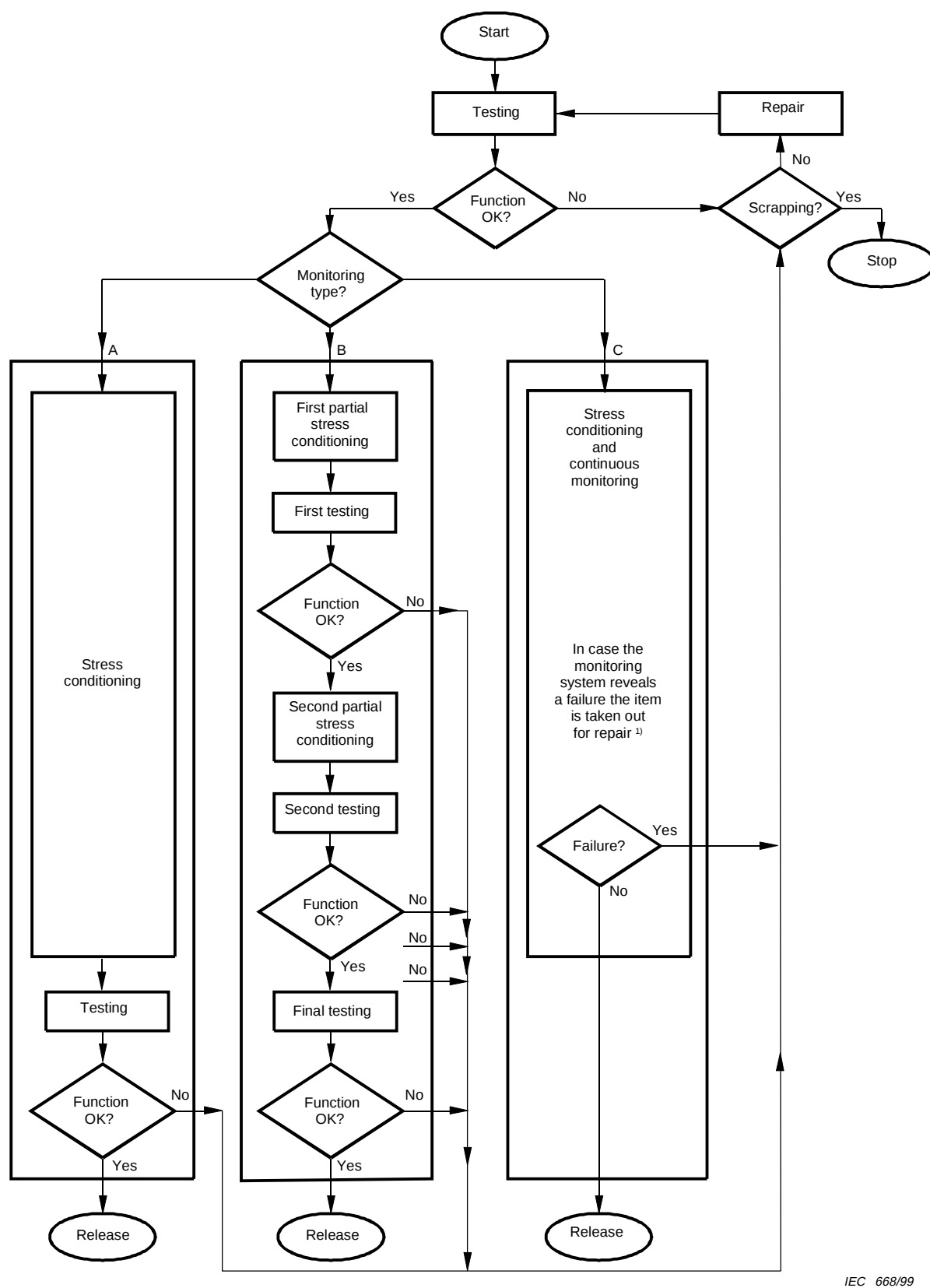
- application level (component, assembly, subsystem or system);
- amount of hardware to be screened (number per week and volume);



IEC 668/99

¹⁾ Il est possible qu'il ne soit pas pratique de déplacer et de réparer les entités défaillantes avant la fin de la période T_M .

Figure 2 – Déverminage sous contraintes d'entités réparables



IEC 668/99

¹⁾ Sometimes it may not be practical to remove and repair the failed item before the end of the period T_M .

Figure 2 – Reliability stress screening of repairable items

- coût des installations, du matériel, des appareils etc. nécessaires au processus de déverminage;
- coût du matériel d'essai de fonctionnement nécessaire pour la détection des défaillances, le cas échéant;
- durée du processus de déverminage;
- coût du stock de matériel à déverminer;
- coût de la documentation;
- coût de la main-d'oeuvre: planification du processus de déverminage, conduite et surveillance du processus de déverminage, collecte et analyse des données du processus de déverminage, préparation du rapport, administration et logistique;
- coûts des retouches et de la mise au rebut;
- coût de la formation du personnel.

15.4.3 Facteurs à prendre en considération pour évaluer l'économie réalisée grâce au processus de déverminage:

Il convient de prendre en considération les facteurs suivants pour évaluer l'économie réalisée grâce au processus de déverminage.

- augmentation de la fiabilité et de la disponibilité des entités déverminées (traduite en valeur monétaire, le cas échéant);
- diminution des coûts/du temps de dépistage et de réparation en usine (le cas échéant);
- diminution des coûts de dépistage et de réparation en exploitation;
- diminution du matériel d'essai et des outils requis pour le dépistage et les réparations en usine/en exploitation;
- diminution du matériel, des outils et des pièces de rechange nécessaires pour la remise en état du fait de la diminution des défaillances en usine/en exploitation;
- diminution des coûts administratifs et logistiques associés aux défaillances en usine/en exploitation;
- amélioration de la satisfaction du client, de la notoriété et de la réputation de la société (traduite en valeur monétaire, si possible).

15.5 Etape 4 – Préparation d'un plan de déverminage

Il convient qu'un plan de déverminage comprenne au moins les éléments suivants:

- norme de déverminage choisie pour le processus de déverminage (c'est-à-dire la CEI 61163-1 ou la CEI 61163-2);
- structure organisationnelle du programme de déverminage, identifiant le personnel et ses responsabilités;
- identification de tous les modes et mécanismes de défaillance applicables;
- objectifs et buts quantifiés du programme de déverminage sous contraintes;
- identification du matériel à déverminer;
- identification des niveaux de processus de déverminage applicables;
- identification de tous les différents types de processus de déverminage sélectionnés;
- description des raisons justifiant la sélection et les paramètres importants de chacun des processus de déverminage sélectionnés;
- description des procédures de collecte de données, d'analyse et d'action corrective prévues pour l'optimisation du processus de déverminage;
- hypothèses concernant la structure de défaillances prévue (répartitions statistiques) et approximations réalisées pour des analyses plus simples;

- cost of facilities, equipment, fixtures, etc., required for the screening process;
- cost of functional test equipment required for failure detection, if applicable;
- duration of the screening process;
- inventory cost for hardware being screened;
- documentation cost;
- labour cost: screening process planning, conducting and monitoring of screening process, collection and analysis of screening process data, report preparation, administration and logistics;
- rework and scrap costs;
- cost of personnel training.

15.4.3 Factors to be considered when evaluating cost saving due to screening process

The following factors should be considered in evaluating the cost saving due to the screening process:

- increased reliability and availability of the items being screened (translated into monetary value, when applicable);
- reduction of factory troubleshooting and repair costs/time (if any);
- reduction of field troubleshooting and repair costs;
- reduction of test equipment and tools required for factory/field troubleshooting and repairs;
- reduction of equipment, tools and spares required for retrofits due to reduction of factory/field failures;
- reduction in administrative and logistics costs associated with factory/field failures;
- increased customer satisfaction, company goodwill and reputation (translated into monetary value, if possible).

15.5 Step 4 – Preparation of a screening plan

The screening plan should include at least the following elements:

- the RSS standard chosen for the RSS process (i.e. IEC 61163-1 or IEC 61163-2);
- screening programme organizational structure, identifying personnel and their responsibilities;
- identification of the main applicable failure modes and mechanisms;
- stress screening programme objectives and quantitative goals;
- identification of the hardware to be screened;
- identification of applicable screening process levels;
- identification of all the different types of screening processes selected;
- description of the rationale behind the selections and the important parameters for each of the selected screening processes;
- description of the intended data collection, analysis and corrective actions procedures for screening process optimization;
- assumptions of the expected pattern of failures (statistical distributions) and approximations made for easier analysis;

- critères de fin (ou de modification de la taille d'échantillon) du processus de déverminage;
- surveillance du matériel (en temps réel);
- les chambres d'essais;
- disponibilité du matériel d'essai et du personnel;
- critères pour réparer les entités en essai qui présentent une défaillance pendant le cycle de déverminage;
- critères pour recommencer le déverminage si l'entité qui a présenté une défaillance lors du processus de déverminage nécessite une réparation importante ou le remplacement de sous-ensembles importants.

15.6 Etape 5 – Collecte, analyse des données de déverminage et actions correctives

15.6.1 Généralités

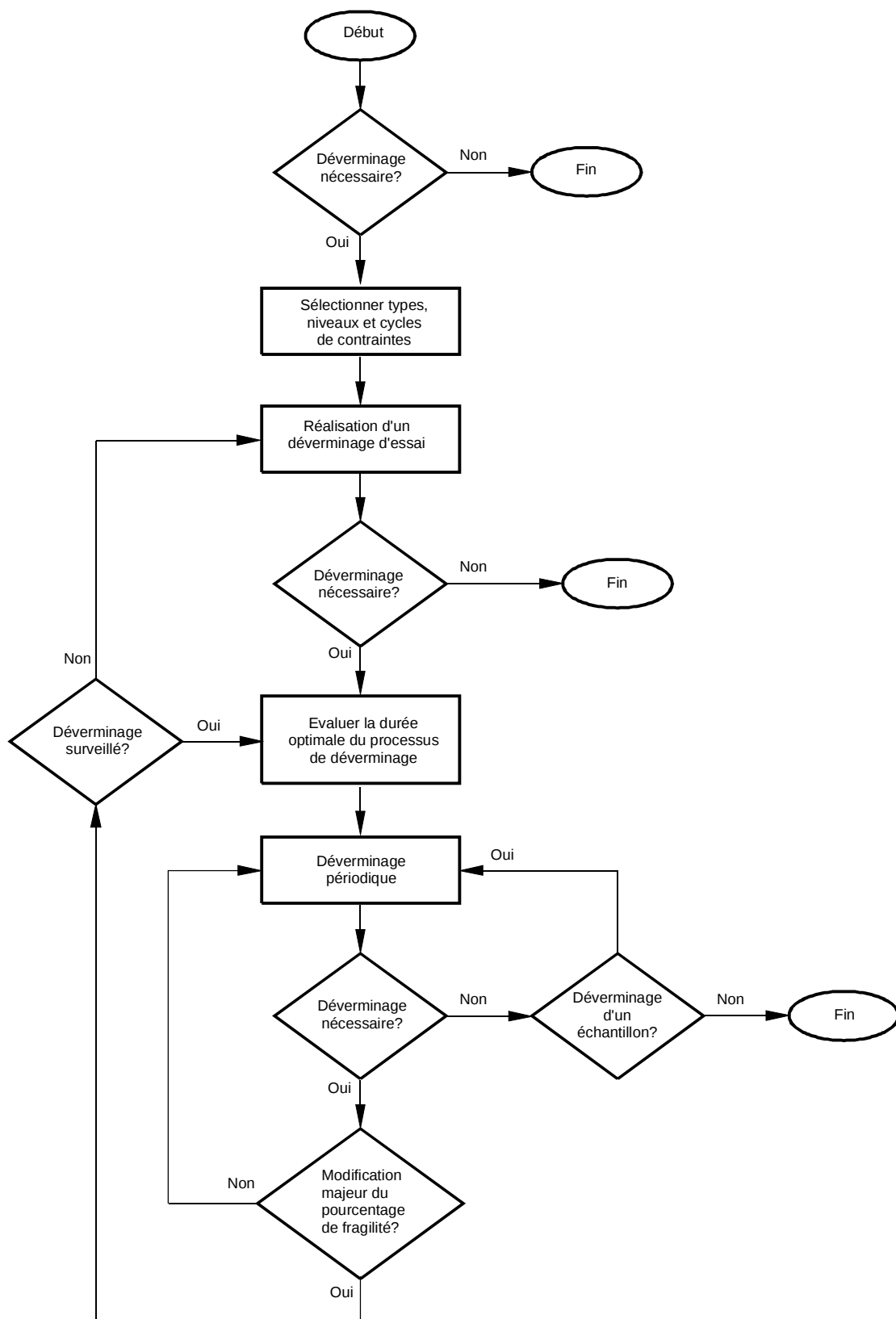
Le dynamisme du processus de déverminage représente l'une des caractéristiques les plus importantes d'un programme de déverminage réussi. Pour optimiser le processus de déverminage, une collecte et une analyse de données continues, suivies des actions correctives nécessaires, sont requises (voir figure 3).

- criteria for termination (or change in sample size) of the RSS process;
- monitor equipment (real time);
- test chambers;
- availability of test support equipment and personnel;
- criteria for completing units under test that fail during the RSS cycle;
- criteria for rerunning RSS if the unit that failed during the RSS process requires extensive repair or replacement of major assemblies.

15.6 Step 5 – Screening process data collection, analysis and corrective actions

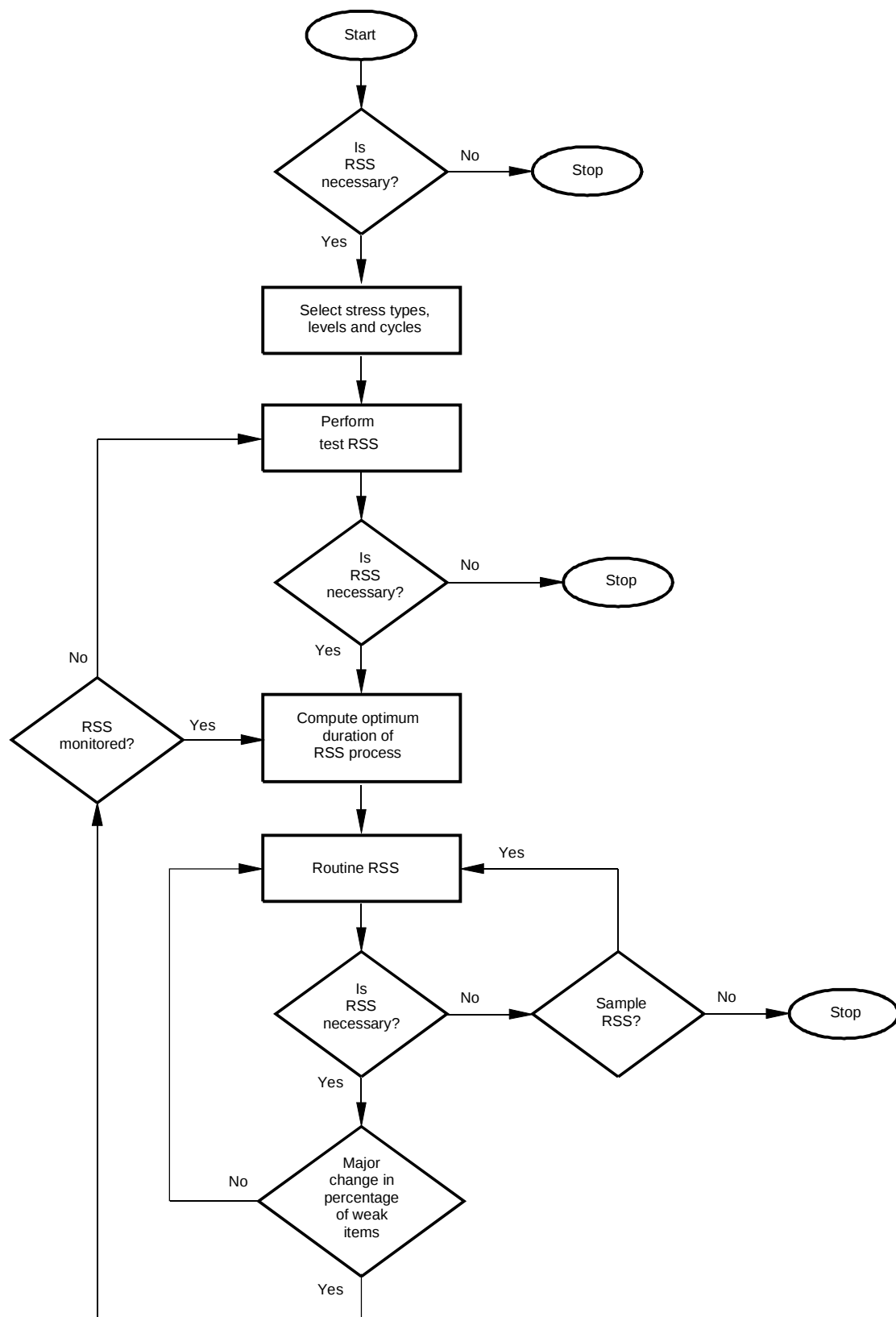
15.6.1 General

One of the most important characteristics of a successful screening programme is the dynamism of the screening process. For screening process optimization, continuous data collection and analysis, followed by the necessary corrective actions, are required (see figure 3).



IEC 669/99

Figure 3 – Organigramme de contrôle d'un processus de déverminage



IEC 669/99

Figure 3 – Flow chart for control of a reliability stress screening process

La CEI 61163-1 et la CEI 61163-2 utilisent un niveau de contraintes constant (le niveau maximum acceptable pour l'entité déverminée). La durée du processus de déverminage est constamment optimisée: elle est rallongée lorsque l'on observe une forte densité de défauts et raccourcie lorsque cette densité est faible. L'objectif est de maintenir la densité de défauts en dessous de la limite spécifiée après le processus de déverminage (sur le marché).

Etant donné que l'effet du processus de déverminage diminue généralement lorsque la durée du processus augmente dans le temps ou au niveau des cycles, la durée requise du processus de déverminage est déterminée par un essai. Durant cet essai, un échantillon composé d'entités à déverminer est soumis au processus de déverminage choisi (niveau) pendant une durée suffisamment longue pour que l'on puisse considérer que toutes les défauts à prendre en compte ont été transformés en défaillances. Les défaillances observées sont analysées afin d'estimer la densité de défauts dans les entités produites et le temps nécessaire pour transformer le pourcentage de défauts prescrit en défaillances.

La densité de défauts estimée est comparée au niveau maximal acceptable sur le marché. Si le niveau observé dans l'essai est supérieur au niveau maximal acceptable sur le marché, un déverminage est requis.

La durée nécessaire du processus de déverminage peut alors être déterminée en utilisant la CEI 61163-1 et la CEI 61163-2 et il est possible de commencer le déverminage de série en production.

Les défaillances survenant au cours du processus de déverminage sont surveillées de façon continue. Si le niveau de défaillances augmente de façon significative (une carte de contrôle P peut être utilisée, voir l'ISO 8258) un processus a probablement échappé au contrôle ou un mauvais lot de composants/matières premières a été reçu. Il est alors recommandé d'augmenter immédiatement la durée du processus de déverminage et de réaliser un nouvel essai pour déterminer la nouvelle durée optimale du processus de déverminage. Si le processus de déverminage est surveillé de façon continue, la durée de chaque défaillance est connue et la nouvelle durée optimale, plus courte, du processus de déverminage peut être déterminée immédiatement sans nouvel essai (voir la CEI 61163-1 et la CEI 61163-2).

Si le niveau de défaillances diminue de façon significative (une carte de contrôle P peut être utilisée, voir l'ISO 8258) l'intensité de défauts a probablement été réduite du fait d'une mise au point de la conception, des processus utilisés et/ou du choix d'une meilleure qualité des composants ou des matières premières. Il est alors recommandé de réaliser un nouvel essai pour déterminer la nouvelle durée optimale, plus courte, du processus de déverminage. Si le processus de déverminage est surveillé de façon continue, la durée de chaque défaillance est connue et la nouvelle durée optimale, plus courte, du processus de déverminage peut être déterminée immédiatement sans nouvel essai.

15.6.2 Collecte de données

Ce processus implique

- a) l'identification des différents types et des quantités d'entités matérielles associées exposées au processus de déverminage;
- b) identification de toutes les défaillances appropriées ou non;
- c) classification des défaillances appropriées en trois catégories:
 - défaillances dues à des défauts intrinsèques,
 - défaillances dues à des défauts induits par le processus;
 - défaillances dues à une conception inadéquate;
- d) identification des conditions du processus de déverminage, au moment où les défaillances se produisent;
- e) identification du niveau d'application du processus de déverminage auquel les défaillances surviennent;

IEC 61163-1 and IEC 61163-2 use a constant stress level (the highest acceptable level for the item being screened). The duration of the stress screening process is continuously optimized so that it is increased when a high defect density is observed and shortened when a low defect density is observed. The aim is to keep the defect density after the stress screening process (on the market) below the specified limit.

Since the effect of the screening process usually decreases with the increased duration of the process in time or cycles, the required duration of the screening process is determined through a test. During this test a sample of the items to be screened is subjected to the chosen screening stress process (level) for a period of time that is long enough to precipitate all expected relevant flaws as failures. The failures observed are analyzed in order to estimate the flaw density in the items produced and the time required to precipitate the required percentage of flaws as failures.

The estimated flaw density is compared with the maximum acceptable level on the market. If the level observed in the test is higher than the maximum acceptable level on the market, RSS is required.

The required duration of the RSS process can then be determined using IEC 61163-1 and IEC 61163-2, and routine RSS of the production start.

The failures occurring during the stress screening process are monitored continuously. If the failure level increases significantly (a P-control chart can be used, see ISO 8258), a process has probably got out of control or a bad batch of components/raw materials been received. It is then recommended to increase immediately the duration of the RSS process, and perform a new test to determine the new optimum duration of the screening process. If the screening process is monitored continuously, the time to each failure is known and the new and shorter optimum duration of the RSS process can be determined immediately without a new test (see IEC 61163-1 and IEC 61163-2).

If the failure level decreases significantly (a P-control chart can be used, see ISO 8258), the flaw intensity has probably been reduced by "debugging" of design, processes and/or selection of better components or raw materials. It is then recommended to perform a new test to determine the new and shorter optimum duration of the screening process. If the screening process was monitored continuously, the time to each failure will be known, and the new and shorter optimum duration of the RSS process can be determined immediately without a new test.

15.6.2 Data collection

This process involves

- a) identification of the different types and associated quantities of hardware items exposed to the screening process;
- b) identification of all the relevant and non-relevant failures;
- c) classification of the relevant failures into three categories:
 - failures due to inherent flaws;
 - failures due to process induced flaws;
 - failures due to inadequate design;
- d) identification of the conditions in the screening process at the time when the failures occurred;
- e) identification of the application level of the screening process where the failures occurred;

- f) enregistrement du temps et des cycles conduisant à la défaillance;
- g) conserver les composants retirés en vue d'un examen détaillé ultérieur;
- h) photographier la défaillance ou l'anomalie (par exemple les joints de soudures) préalablement à l'étude de la défaillance ou à la réparation.

15.6.3 Analyse des défaillances

Il convient de réaliser une analyse des données collectées pour assurer la cohérence avec les objectifs et les buts du processus de déverminage. L'analyse vise à découvrir l'origine des défauts, qu'il s'agisse de défauts liés au composant ou au matériau, de défauts induits par le processus ou de défauts résultant d'une conception inadéquate. L'analyse est également destinée à évaluer la densité de défauts après le processus de déverminage, et à la comparer aux objectifs de déverminage fixés initialement pour la densité de défauts. Il convient d'utiliser également les résultats de l'analyse de défaillance pour lancer des actions correctives améliorant les composants, les processus et la conception.

15.6.4 Actions correctives

Lorsque les données recueillies lors du processus de déverminage, relatives aux défaillances à prendre en compte, indiquent que les buts initialement fixés sont trop pessimistes ou optimistes, il convient d'appliquer des actions correctives. Si elles indiquent également la présence d'un grand nombre de défaillances à ne pas prendre en compte, il convient de fournir un effort plus important pour tenter d'éliminer ces dernières défaillances par des moyens classiques autres que le processus de déverminage, tels que les essais, l'examen, l'amélioration et le contrôle du processus ou autre. Il convient également de redéfinir l'intensité et les paramètres du processus de déverminage pour atteindre les objectifs et les buts fixés à l'origine.

Il convient également de planifier des actions correctives en vue d'améliorer la qualité des composants, des processus et de la conception.

- f) recording of time or cycles to failure;
- g) retain removed components or parts for future autopsy;
- h) photograph of failure or fault (e.g. solder joints) prior to failure investigation or repair.

15.6.3 Failure analysis

An analysis of the collected data should be performed to ensure consistency with screening process objectives and goals. The analysis will be aimed at finding the source of flaws, be they component or material related flaws, process induced flaws or inadequate design flaws. The analysis will also be aimed at evaluating the post-screening process flaw density, and comparing it to the original screening process goals for flaw density. The results of the failure analysis should also be used to initiate corrective actions for the improvement of components, processes and design.

15.6.4 Corrective actions

When the collected screening process data of relevant RSS failures indicates that the original goals were too pessimistic or optimistic, corrective actions should be implemented. If there is also an indication that there are a large number of non-relevant failures, more effort should be made to try to eliminate these failures by conventional means other than the screening process, such as testing, inspection, process improvement and control or others. Screening process strength and parameters should also be re-tailored towards achieving the original objectives and goals.

Targeted corrective actions should also be taken to improve components, processes and design.

Annexe A (informative)

Déverminage d'entités réparables fabriquées en lots

A.1 Généralités

Cette annexe présente, à titre d'exemple, un cas de déverminage d'entités réparables fabriquées par lots, basé sur l'annexe H de la CEI 61163-1.

L'entité considérée est un ensemble à circuit imprimé (PBA) équipé de 175 composants. Il sert de sous-système dans un nouveau produit et a été conçu conformément aux règles de conception normalisées du fabricant. Les composants utilisés sont bien connus des concepteurs, qui possèdent l'expérience de produits précédents destinés approximativement au même marché et aux mêmes utilisateurs finals. Les conditions d'exploitation peuvent être caractérisées par une utilisation stationnaire à l'intérieur. En condition de fonctionnement, le produit n'est pas exposé à des niveaux de vibrations et de chocs significatifs. La température et l'humidité sont maintenues dans les limites garantissant le confort du personnel dans cette même pièce. L'ensemble à circuit imprimé (PBA) a été conçu pour fonctionner correctement dans une gamme de températures ambiantes comprises entre 5 °C et 70 °C. Il est décidé de déverminer au niveau du sous-ensemble, c'est-à-dire au niveau de l'ensemble à circuit imprimé (PBA) (voir figure A.1).

A.2 Etape 1 – Identification des objectifs et des buts

D'après l'expérience antérieure, on sait que les circuits intégrés CMOS (IC) et les transistors de puissance présentent des défaillances précoces, dues à des défauts au niveau des composants. L'ensemble à circuit imprimé décrit dans cet exemple comprend 16 circuits intégrés et huit transistors de puissance sur un total de 175 composants. Les circuits intégrés, ainsi que les transistors, ont une encapsulation plastique.

L'objectif du processus de déverminage est de garantir que le pourcentage maximal d'entités fragiles sur le marché est inférieur à 2 %.

Etant donné que le déverminage est effectué sur une entité réparable (PBA) produite en lots, on utilise la CEI 61163-1.

A.3 Etape 2 – Conception et application du processus de déverminage

Dans cet exemple (voir figure 1) les candidats potentiels au processus de déverminage sont les suivants:

- température élevée constante;
- cycles de température;
- vibration sinusoïdale à fréquence fixe;
- vibration sinusoïdale à balayage de fréquence;
- vibration aléatoire;
- secousses;
- contrainte de fonctionnement constante;
- cycles de contraintes de fonctionnement;
- température et humidité élevées constantes;
- taux d'humidité élevé et cycles de température;
- combinaison des contraintes précédentes, par exemple cycles de température et contrainte de fonctionnement constante.

Annex A

(informative)

RSS of repairable items produced in lots

A.1 General

This annex provides an example of an RSS of repairable items produced in lots, based on Annex H of IEC 61163-1.

The item under consideration is a printed circuit board assembly (PBA) equipped with 175 components. It serves as a subsystem in a new product, and has been designed in accordance with the manufacturer's standard design rules. The components in use are well known by the designers from experience with previous products aimed for roughly the same market and end users. The field conditions can be characterized as stationary indoor use. Under working conditions the product will not be exposed to significant levels of vibration and shock. The temperature and humidity are maintained within limits suitable for the comfort of personnel in the same room. The PBA has been designed for correct functioning within an ambient temperature range from 5 °C to 70 °C. It is decided to screen on subassembly level i.e. screen the PBAs (see figure A.1).

A.2 Step 1 – Identification of objectives and goals

From previous experience, it is known that CMOS integrated circuits (ICs) and power transistors exhibit early failures, due to flaws in the components. In the present PBA, there are 16 ICs and eight power transistors among the total 175 components. The ICs, as well as the transistors, are plastic encapsulated.

The purpose of the RSS process is to ensure that the maximum percentage of weak items on the market is less than 2 %.

Since the RSS will be made on a repairable item (PBA) produced in lots, IEC 61163-1 is used.

A.3 Step 2 – Screening process design and application

Potential candidates for the screening process in this example (see figure 1) are as follows:

- constant high temperature;
- temperature cycling;
- fixed frequency sinusoidal vibration;
- swept frequency sinusoidal vibration;
- random vibration;
- bump;
- constant operational stress;
- operational stress cycling;
- constant high temperature and humidity;
- high humidity and temperature cycling;
- a combination of the above stresses, for example: temperature cycling and constant operational stress.

Les limites de température de tous les composants sur le PBA sont comprises entre -10°C et $+70^{\circ}\text{C}$. Les températures minimales et maximales ont été choisies en conséquence. Les composants de qualité inférieure présentent des dimensions plutôt réduites; il faut donc utiliser un taux de variation de température raisonnablement élevé. Il a été fixé à 5°C par minute. Le temps de transition devient alors approximativement égal à 15 min. Le temps d'arrêt a été fixé à 30 min pour la température minimale et à 1 h 30 min pour la température maximale. Durant tout le cycle, les PBA sont soumis à des contraintes de fonctionnement correspondant aux valeurs maximales assignées pour les PBA.

Des essais de fonctionnement sont réalisés dans chaque cycle à la fin de la phase de température élevée. La durée totale d'un cycle est de 2 h 30 min.

On fixe les conditions de contraintes et le cycle de déverminage suivants:

Température minimale:	-10°C
Température maximale:	70°C
Taux de changement de température:	$5^{\circ}\text{C}/\text{min}$
Temps d'arrêt:	à température minimale, 30 min à température maximale, 1 h 30 min
Contrainte de fonctionnement constante:	valeur maximale assignée
Surveillance:	type B toutes les 2 h 30 min.

A.4 Etape 3 – Analyse des coûts et bénéfices

La meilleure estimation de PBA fragiles est approximativement de 20 % (voir H.2 de la CEI 61163-1). Le pourcentage maximal acceptable d'entités fragiles sur le marché est de 2 %. Un déverminage est donc prescrit de telle sorte que le pourcentage d'ensembles fragiles soit réduit de 20 % à moins de 2 %.

A.5 Etape 4 – Préparation d'un plan de déverminage.

On réalise un plan de déverminage décrivant les éléments décrits ci-dessous:

Etant donné que le déverminage est effectué sur une entité (PBA) réparable fabriquée en lots, on utilise la CEI 61163-1.

- a) L'usine fabriquant les PBA est responsable du processus de déverminage. La personne responsable est la personne chargée du réglage et du contrôle finals. Le matériel d'essai normal pour le contrôle final des PBA est utilisé pour le déverminage. Le personnel du laboratoire d'essai d'environnement s'occupe du fonctionnement de la chambre de déverminage.
- b) Les modes et mécanismes de défaillance susceptibles d'apparaître sont les suivants (CEI 61163-1, H.2):
pour les circuits intégrés:
 - endommagement partiel des barrières diélectriques internes dû à une décharge électrostatique lors de la manipulation en cours de production;
 - formation de crevasses dans l'encapsulation plastique du fait d'un processus de production manuelle difficile à mettre en oeuvre;

The temperature limits of all components on the PBA are within the range of $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. The lower and upper temperatures were chosen accordingly. The rogue components have rather small dimensions, so a reasonably high rate of temperature change has to be used. It was chosen to be $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ per minute. The transition time then becomes approximately 15 min. The dwell time at the lower temperature was chosen to be 30 min and at the higher temperature 1 h 30 min. During the whole cycle, the PBAs are operationally stressed corresponding to the maximum ratings for the PBA.

A functional testing in each cycle is performed at the end of the high temperature phase. The total duration of one cycle adds up to 2 h 30 min.

The following stress conditions and RSS cycle are chosen:

Lower temperature:	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Upper temperature:	$70\text{ }^{\circ}\text{C}$
Rate of temperature change:	$5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$
Dwell time:	at lower temperature, 30 min at upper temperature, 1 h 30 min
Constant operational stress:	maximum rated
Monitoring:	type B every 2 h 30 min.

A.4 Step 3 – Cost benefit analyses

The best estimate is approximately 20 % weak PBAs (see H.2 of IEC 61163-1). The maximum acceptable percentage of weak items on the market is 2 %. RSS is therefore required until the 20 % weak assemblies have been reduced to under 2 %.

A.5 Step 4 – Preparation of a screening plan

A screening plan is worked out describing the elements listed below.

Since the RSS will be made on a repairable item (PBA) produced in lots, IEC 61163-1 is used.

- a) The factory manufacturing the PBAs is responsible for the RSS process. The person responsible is the foreman for the final adjustment and control. The normal testing equipment for the final control of the PBAs is used for the RSS. Personnel from the environmental testing laboratory operate the RSS chamber.
- b) The failure modes and mechanisms that may appear are as follows (see H.2 of IEC 61163-1):
For the ICs
 - partial damaging of the internal dielectric barriers due to ESD in the production handling;
 - formation of cracks in the plastic encapsulation due to a difficult manual production process.

pour les transistors:

- formation de crevasses dans l'encapsulation plastique du fait d'un processus de production manuelle difficile à mettre en œuvre.
- c) Le programme de déverminage continue jusqu'à ce que le pourcentage moyen de PBA fragiles sur une durée de quatre semaines soit inférieur à 2 %.
- d) Les PBA sont déverminés après le réglage et les essais finals, mais avant leur montage dans le système. Le matériel d'essai utilisé après le processus de déverminage est le même que pour le contrôle final de sortie.
- e) Le processus de déverminage est donc situé au niveau du sous-système.
- f) Le cycle de déverminage décrit dans l'étape 2 est utilisé.
- g) Description des raisons justifiant les sélections et les paramètres importants pour chacun des processus de déverminage sélectionnés.
- h) Les PBA, lors du déverminage, sont contrôlés toutes les 2 h 30 min (voir figure 2, type B). Le pourcentage de défaillances pour le matériel d'essai final est relevé après le processus de déverminage, et la moyenne de fonctionnement sur quatre semaines est calculée.
Pour toutes les défaillances, une analyse de défaillance est réalisée et des actions correctives sont lancées au niveau des processus, des composants et de la conception.
Une carte de contrôle de Shewhart est réalisée conformément à l'ISO 8258. Si le pourcentage de défaillances hebdomadaire est inférieur à la limite de contrôle inférieure (LCL), les données du processus de déverminage sont analysées afin de réduire la durée du processus de déverminage.
Si le pourcentage de défaillances hebdomadaire est supérieur à la limite de contrôle supérieure (UCL) la durée du processus de déverminage est immédiatement doublée. La nouvelle durée optimale (plus longue) est calculée sur la base des données provenant de la surveillance du processus de déverminage.
- i) Du papier de Weibull est utilisé selon la description donnée à l'annexe F de la CEI 61163-1.
- j) Dès que le pourcentage moyen de défaillances pendant et après le processus de déverminage descend en dessous de 2 %, le processus de déverminage à 100 % est interrompu. Un échantillon de 10 PBA est prélevé quotidiennement de la production. Quand 50 PBA ont été échantillonnés, ils sont intégrés au processus de déverminage. Si plus de deux défaillances apparaissent dans deux échantillons hebdomadaires consécutifs (plus de deux défaillances sur 100 PBA) alors un déverminage à 100 % est immédiatement rétabli.

Le déverminage sur la base d'échantillons est interrompu lorsque le pourcentage de défaillances dans le processus de déverminage sur échantillons est inférieur à 1 % pendant trois mois consécutifs.

A.6 Etape 5 – Collecte, analyse de données de processus de déverminage et actions correctives

Une production pilote de 100 PBA est soumise au processus de déverminage planifié à titre de déverminage d'essai.

La durée de l'essai de déverminage est fixée à 134 cycles, ce qui correspond à environ deux semaines, afin que tous les PBA fragiles deviennent défaillants au cours du déverminage d'essai.

Les données de défaillance sont ensuite reportées sur du papier de Weibull (voir CEI 61163-1 H.3) et la durée optimale du processus de déverminage est fixée à 12 cycles (30 h). Puis le processus de déverminage est réalisé sur tous les PBA produits (déverminage à 100 %) pendant quatre mois. A l'issue de cette opération, on établit un déverminage sur la base d'un échantillonnage. Après six semaines, des problèmes de production provoquent la réintroduction d'un déverminage à 100 % pendant deux mois. Un an après le début de la production, le déverminage par échantillonnage est finalement arrêté pour ce produit.

For the transistors:

- formation of cracks in the plastic encapsulation due to a difficult manual production process.
- c) The RSS programme will continue until the average percentage of weak PBAs over four weeks is below 2 %.
- d) The PBAs are screened after final adjustment and final testing, but before they are mounted in the system. The same test equipment is used after the RSS process as for the final control.
- e) The screening process is therefore on a subsystem level.
- f) The RSS cycle described under step 2 is used.
- g) Describing the rationale behind the selection of the important parameters for the selected screening process.
- h) The PBAs on RSS are monitored every 2 h 30 min (see figure 2, type B). Further, the percentage of failures at the final testing equipment after the RSS process is collected and the running average over four weeks is computed.

A failure analysis is made for all failures and corrective actions in processes, components and design initiated.

A Shewhart control P-chart according to ISO 8258 is made. If the weekly percentage of failures is below the lower control limit (LCL), data from the RSS process is analyzed in order to reduce the duration of the RSS process.

If the weekly percentage of failures is above the upper control limit (UCL), the duration of the RSS process is immediately doubled. The new (and longer) optimum duration is computed on the basis of data from the RSS process monitoring.

- i) Weibull probability paper is used as described in annex F of IEC 61163-1.
- j) As soon as the average percentage of failures during and after the RSS process is below 2 % the 100 % RSS process is discontinued. A sample of 10 PBAs is collected every day from production. When 50 PBAs have been sampled they are placed in the RSS process. If there are more than two failures in two consecutive weekly samples (more than two failures in 100 PBAs) then 100 % RSS is immediately reintroduced.

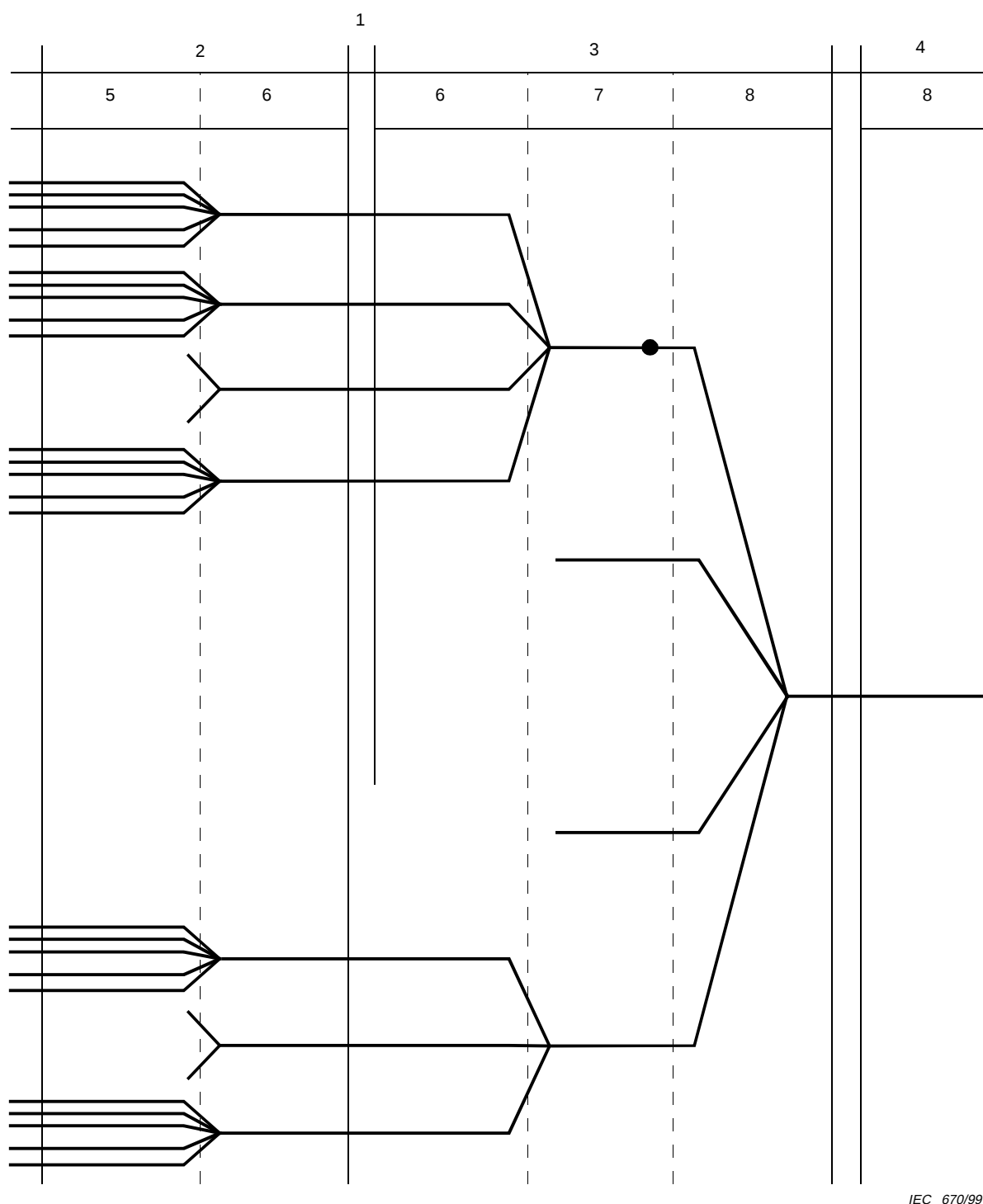
The RSS on sample basis is discontinued when the percentage of failures in the sample RSS process has for three consecutive months been below 1 %.

A.6 Step 5 – Screening process data collection, analysis and corrective actions

A pilot production run of 100 PBAs goes through the planned RSS process as a test RSS.

The duration of the RSS test is chosen to be 134 cycles, which corresponds to about two weeks, in order that all weak PBAs fail during the test RSS.

The failure data is then plotted on Weibull probability paper (see H.3 of IEC 61163-1) and the optimum duration of the RSS process computed to be 12 cycles (30 h). The RSS process is then performed on all PBAs produced (100 % RSS) for four months. After this, RSS on a sample basis is introduced. After six weeks, production problems cause 100 % RSS to be reintroduced for two months. One year after the start of production, sample RSS is finally discontinued for this product.



- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1) Déverminage en laboratoire | 5) Matériau de base |
| 2) Fabricant de composant | 6) Composant terminé |
| 3) Constructeur de système | 7) Sous-ensemble |
| 4) Utilisateur du système | 8) Système terminé |

IEC 670/99

Figure A.1 – Niveau choisi pour le processus de déverminage

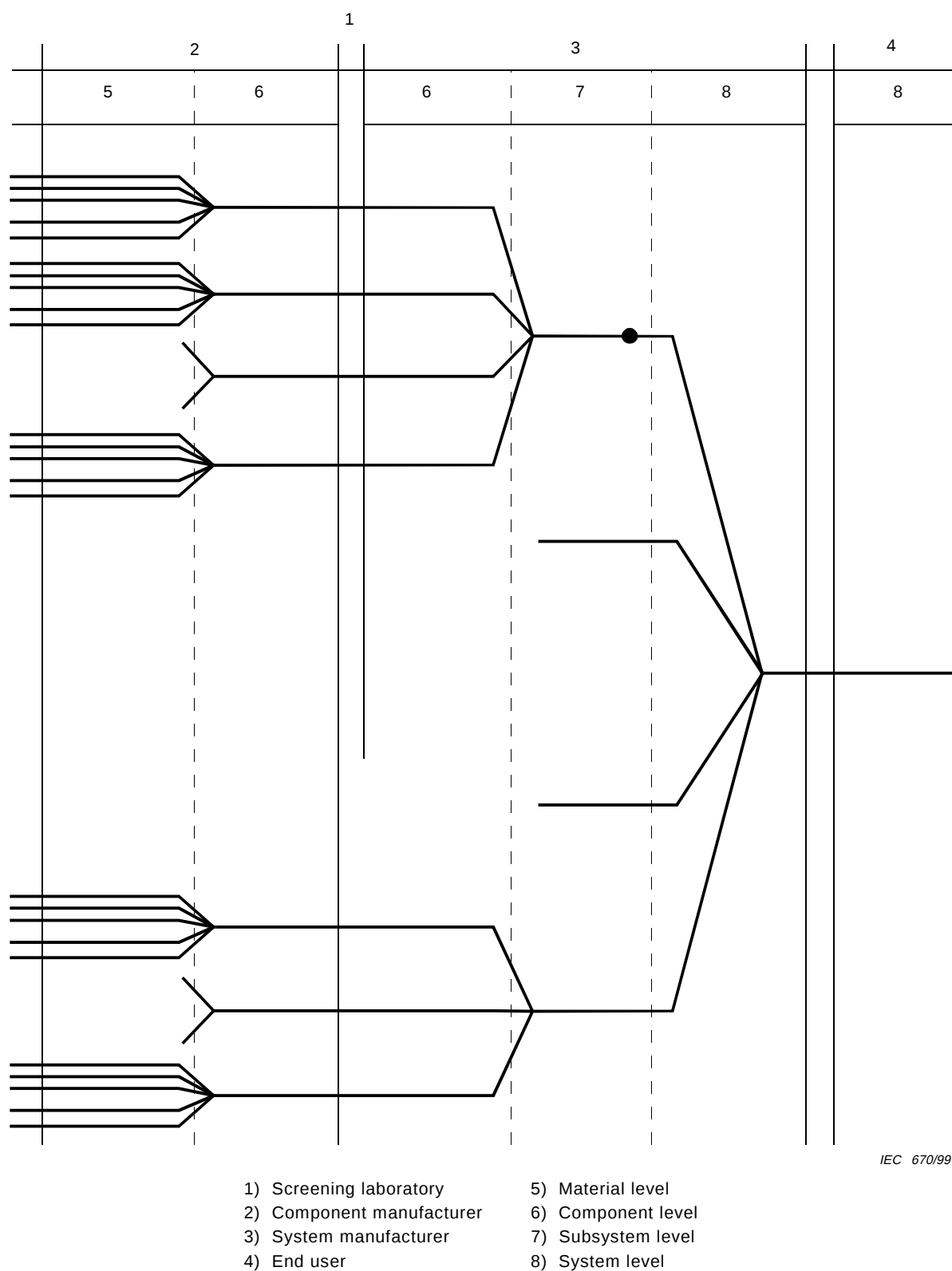


Figure A.1 – Level chosen for the RSS process

Tableau A.1 – Rapport entre la sensibilité des défauts et les contraintes

DÉFECTUOSITÉS				
– Détérioration partielle des circuits intégrés CMOS par suite des décharges électrostatiques lors de la manipulation en cours de production				
– Crevasses dans l'enrobage des circuits intégrés CMOS par suite d'un processus de production manuelle difficile à mettre en œuvre				
– Crevasses dans l'enrobage de transistors de puissance par suite d'un processus de production manuelle difficile à mettre en œuvre				
CONTRAINTES				OBSERVATIONS
Température constante de valeur élevée			X	Contrainte utilisable Contrainte utilisable L'entité n'est pas conçue pour un environnement mécanique sévère
Cycles de température basses et élevées	X	X		
Vibrations sinusoïdales à fréquence fixe				
Vibrations sinusoïdales à balayage de fréquence				
Vibrations aléatoires				
Secousses				
Contrainte de fonctionnement permanent			X	Contrainte utilisable Contrainte utilisable Ces contraintes conviennent pour un déverminage, bien qu'elles ne soient pas prévues dans les conditions d'exploitation
Contrainte de fonctionnement cyclique	X			
Température et humidité constantes et de valeurs élevées	X	X		
Taux d'humidité élevé et cycles de température		X	X	

Table A.1 – Relation between the sensitivity of flaws and stresses

FLAWS				
– Partial damaging of CMOS ICs due to ESD in production handling				
– Cracks in CMOS IC encapsulation due to a difficult manual production process				
– Cracks in power transistor encapsulation due to a difficult manual production process				
STRESSES				REMARKS
Constant high temperature			X	Usable
Low/high temperature cycling	X	X		Usable
Fixed frequency sinusoidal vibration				The item is not designed for a rough mechanical environment
Swept frequency sinusoidal vibration				
Random vibration				
Bump				
Constant operational stress			X	Usable
Operational stress cycling	X			Usable
Constant high humidity and temperature	X	X		Suitable for screening, although not expected in field conditions
High humidity and temperature cycling		X	X	

Annexe B (informative)

Déverminage de composants électroniques

B.1 Généralités

Cette annexe donne un exemple de déverminage de composants électroniques, basé sur l'annexe D de la CEI 61163-2. Le composant est un transistor de puissance bipolaire, au silicium, du catalogue standard.

B.2 Etape 1 – Identification des objectifs et buts

L'application du composant nécessite un temps de mise sous tension de 0,5 μ s et un temps de mise hors tension de 1,0 μ s pour un courant collecteur $I_C = 2$ A. En fonction de la fiche technique du composant, les durées sont spécifiées en tant que données typiques pour $I_C = 5$ A. L'utilisation de ce type de composant, présentant les performances spéciales concernant les caractéristiques de commutation (réponse en impulsions), confère au matériel des performances maximales et lui permet d'être compétitif sur le marché.

Le fabricant du composant est contacté, mais ne peut pas donner d'avis sur le résultat prévu d'une opération de déverminage et ne connaît personne d'autre pouvant réaliser ce type de sélection. Il ne souhaite pas réaliser le déverminage car la quantité requise est trop faible et toute disposition, au cours de la fabrication, destinée à augmenter le taux de composants «satisfaisants» est impossible pour des raisons techniques.

Le temps de commutation diminue lorsque la température augmente. Le coefficient de température n'est pas bien défini. Le temps de commutation n'étant pas mesuré lors du contrôle en sortie et n'ayant pas été mesuré durant l'essai de type, on ne peut rien prévoir avec certitude concernant la stabilité dans le temps de ce paramètre.

Aucun rejet n'est accepté par le fabricant de composant relativement aux composants dont les paramètres se situent en-dehors des critères de l'utilisateur. Les rejets sont acceptés seulement si les données spécifiées se situent en dehors des limites spécifiées par le fabricant.

Le déverminage étant effectué au niveau du composant, on utilise la CEI 61163-2.

B.3 Etape 2 – Conception et application du processus de déverminage

D'après le contact avec le fabricant de composants, il est évident qu'il convient de réaliser le déverminage en mesurant le temps de réponse en impulsions dans le cas d'un fonctionnement à basse température et également quelque temps après un fonctionnement à haute température. La mesure sera réalisée avec $I_C = 2$ A et V_{CC} , ainsi que d'autres données correspondant à l'application prévue. Le déverminage à haute température sera réalisé en appliquant une puissance spécifiée.

La température ambiante la plus élevée à cet endroit du matériel est mesurée au niveau des prototypes et atteint d'après les calculs +70 °C. Elle est inférieure à la valeur spécifiée de 125 °C. Il convient d'appliquer la puissance maximale spécifiée durant le déverminage pour augmenter la température de jonction et accélérer les phénomènes dans le temps. La température ambiante inférieure spécifiée pour le matériel est de 0 °C, et il convient donc de réaliser la mesure à cette température.

Annex B (informative)

RSS of electronic components

B.1 General

This annex gives an example of an RSS of electronic components, based on annex D of IEC 61163-2. The component is a standard catalogue bipolar silicon power transistor.

B.2 Step 1 – Identification of objectives and goals

The application of the component requires that the turn-on time be 0,5 μ s and turn-off time be 1,0 μ s at $I_C = 2$ A. According to the component data sheet the times are specified as typical data at $I_C = 5$ A. The use of this component type, with the special performance regarding the switching (pulse response) data, gives the equipment top performance, making it competitive on the market.

The component manufacturer is contacted, but cannot give any advice regarding the expected outcome of a screening operation and is not aware of anyone else who performs this kind of selection. He is not willing to perform the screening as the requested quantity is too low and any special arrangement during manufacturing designed to increase the ratio of "good" components is not possible for technical reasons.

The switching time decreases with increasing temperature. The temperature coefficient is not well defined. As the parameter is not measured at the outgoing control and has not been measured during the type test, nothing can be predicted with certainty about the stability of this parameter over time.

No rejects are accepted by the component manufacturer regarding components with parameters outside the user's criteria. Rejects are accepted only if specified data are outside the manufacturer's specified limit.

Since the screening will be made on component level, IEC 61163-2 is used.

B.3 Step 2 – Screening process design and application

From contact with the component manufacturer it is obvious that the screening should be performed by measuring the pulse response time at a low temperature operation, and also after some time at high temperature operation. The measurement will be performed with $I_C = 2$ A and V_{CC} and other data as in the current application. The high temperature screening will be performed with specified power applied.

The highest ambient temperature at the current place in the equipment is measured in prototypes and calculated to be +70 °C. This is lower than the specification value of 125 °C. Specified maximum power should be applied during screening to raise the junction temperature and increase the time acceleration. The specified lowest ambient temperature for the equipment is 0 °C and the measurement should therefore be performed at this temperature.

Il est primordial de connaître le coefficient de température des paramètres ainsi que la stabilité dans le temps. Par conséquent, la séquence suivante est initialement réalisée à titre de référence:

- a) mesure et enregistrement des paramètres à une température ambiante de 0 °C;
- b) mesure et enregistrement des paramètres à la température de la pièce;
- c) déverminage en fonctionnement à haute température (125 °C);
- d) mesure et enregistrement des paramètres à la température de la pièce.

Il convient toutefois de garder à l'esprit que si le coefficient de température et la stabilité pouvaient être assurés, la séquence pourrait se réduire exclusivement à une mesure effectuée à la température de la pièce. On décide donc de ne pas obtenir un ensemble complet de matériel de déverminage et d'essai avant de réaliser le déverminage d'essai.

B.4 Etape 3 – Analyses des coûts et bénéfices

Des prototypes ont montré qu'il n'est pas possible d'utiliser le composant sans déverminage. Il n'est pas possible d'acheter un composant avec les paramètres nécessaires à un prix acceptable et selon les échéances. Par conséquent, un déverminage est nécessaire.

B.5 Etape 4 – Préparation d'un plan de déverminage

Un plan de déverminage est élaboré; il décrit les éléments détaillés ci-dessous.

Le déverminage étant effectué au niveau du composant, on utilise la CEI 61163-2.

- a) Le déverminage est réalisé par un laboratoire indépendant offrant ce type de service.
- b) L'identification des défauts et modes de défaillance possibles pour le composant n'était pas nécessaire dans ce cas.
- c) L'objectif du déverminage est de sélectionner les composants qui, avec un degré de fiabilité de 99 %, respectent la réponse en impulsions prescrite.
- d) Chaque lot de composants est déverminé dès réception de l'envoi du fabricant de composants.
Les composants approuvés sont envoyés au fabricant de matériel.
- e) Dans ce cas, le déverminage est réalisé au niveau du composant.
- f) Les mesures sont réalisées à la température de la pièce et à 0 °C. Un vieillissement accéléré est réalisé à +125 °C.
- g) Un échange d'informations avec le fabricant de composants est utilisé pour documenter les raisons du choix du processus de déverminage.
- h) Les paramètres de réponse en impulsions sont mesurés à la température de la pièce. Les composants ne correspondant pas aux critères d'acceptation sont refusés. Puis le déverminage en fonctionnement à haute température est réalisé à 125 °C. Les données sont alors mesurées à nouveau et enregistrées à la température de la pièce. La dérive est ensuite calculée et le taux de rejet est calculé pour le lot. Les composants présentant une dérive supérieure à 50 %, ou ne correspondant pas aux critères d'acceptation, sont refusés. Tous les lots dont le taux de rejet est supérieur à 10 % sont refusés.
- i) On présume que les données suivent approximativement une loi de répartition cumulée bimodale. Une représentation sur du papier de Gauss a montré qu'il s'agissait d'une hypothèse justifiée. Le taux de rejet est un paramètre à répartition binomiale.
- j) Le déverminage doit continuer tout au long de la production (y compris la fabrication des modules de rechange pour les réparations). Cependant, le processus de déverminage peut être modifié sur la base des résultats du déverminage d'essai et de l'enregistrement des données. La mesure des paramètres ne peut être interrompue que si l'on sait avec certitude qu'aucun composant livré ne présente de paramètres non conformes aux critères d'acceptation car les valeurs des paramètres ne sont pas garanties par le fabricant de composants.

It is of vital interest to know the temperature coefficient of the parameters and also the stability over time. Therefore, the following sequence is initially performed as a baseline:

- a) measurement and logging of the parameters at 0 °C ambient temperature;
- b) measurement and logging of the parameters at room temperature;
- c) high temperature operation screening at 125 °C;
- d) measurement and logging of the parameters at room temperature.

It should however be borne in mind that if the temperature coefficient and the stability can be assured, the sequence could be reduced to measurement at room temperature only. It is therefore decided not to obtain a full set of screening and test equipment before a test screening is performed.

B.4 Step 3 – Cost benefit analyses

Prototypes have shown that it is not possible to use the component without screening. It is not possible to buy a component with the necessary parameters within an acceptable price range and time limit. Therefore RSS is necessary.

B.5 Step 4 – Preparation of a screening plan

A screening plan is worked out describing the elements listed below.

Since the screening is performed at component level, IEC 61163-2 is used.

- a) The screening is performed by an independent laboratory offering such services.
- b) Identification of the possible flaws and failure modes for the component was not necessary in this case.
- c) The objective of the screening is to select the components that with a 99 % confidence fulfil the required pulse response.
- d) Each component batch is screened as it is received from the component manufacturer. Approved components are sent to the equipment manufacturer.
- e) In this case the screening is made at component level.
- f) Measurements are made at room temperature and 0 °C. Accelerated ageing is carried out at +125 °C.
- g) The communication with the component manufacturer is used to document the rationale for the selected screening process.
- h) The pulse response parameters are measured at room temperature. Components outside the acceptance criteria are rejected. Then, the high temperature operation screening is performed at 125 °C. Data are then again measured and logged at room temperature. The drift is then calculated and the reject rate for the batch computed. Components with a drift above 50 %, or which are outside the acceptance criteria, are rejected. All batches with a reject rate greater than 10 % are rejected.
- i) It was assumed that the data would approximately follow a bimodal distribution. A plot on Gauss probability paper showed this to be a fair assumption. The reject rate is a binomial distributed parameter.
- j) The screening will have to continue for as long as the production runs (including the manufacturing of spare modules for repair). However, the screening process may be modified based on the results of the test screening and the data logged. Only if a very high degree of confidence is reached that no components are delivered with parameters outside the acceptance criteria can the measurement of the parameters be discontinued, as the values of the parameters are not guaranteed by the component manufacturer.

B.6 Etape 5 – Collecte, analyse des données du processus de déverminage et actions correctives

Les résultats du déverminage d'essai ont permis de réduire la durée du déverminage à température élevée et la mesure à 0 °C a pu être supprimée.

Si l'expérience acquise lors de la fabrication du matériel ou de son exploitation indique que les paramètres augmentent plus dans le temps que lors du déverminage d'essai, il convient d'augmenter la durée du déverminage ou éventuellement de modifier les critères de rejet de lots. Il convient de réaliser cette évaluation avant de prendre un décision.

Des informations sur les résultats du déverminage d'essai sont données au fabricant du composant. Il est également informé de la conception de la séquence de déverminage, des critères de rejet et du résultat du déverminage continu. Le fabricant de composants n'est pas tenu de réagir mais ces informations peuvent lui être utiles car il est de l'intérêt de tous de fournir des composants suivant une spécification plus stricte; l'utilisateur peut ainsi espérer des pourcentages plus élevés de composants de qualité dans les lots livrés.

Dès que l'on sait avec certitude qu'aucun des lots livrés ne présente une mauvaise stabilité, le déverminage en fonctionnement à température élevée peut être interrompu.

La mesure des paramètres ne peut être interrompue que si l'on sait avec certitude qu'aucun des composants livrés ne présente de paramètres de commutation non conformes aux critères d'acceptation car les valeurs de ces paramètres ne sont pas garanties par le fabricant de composants.

B.6 Step 5 – Screening process data collection, analysis and corrective actions

The results of the test screening made it possible to reduce the time for the high temperature screening and measurement at 0 °C could be deleted.

If experience from equipment manufacturing or from field use of the equipment shows that the parameters increase more with time than is experienced during the test screening, the time for the screening should be increased or possibly the criteria for batch reject modified. An evaluation should be performed before a decision is taken.

Information about the outcome of the test screening is given to the component manufacturer. He is also informed about the design of the screening sequence, of the reject criteria and about the result of the continued screening. The component manufacturer has no obligation to react, but the information could be valuable as it is of a common interest to supply components to a tighter specification and the user would expect higher rates of good components in the delivered batches.

As soon as confidence is reached that no batches with bad stability are delivered, the high temperature operation screening can be discontinued.

Only if a very high degree of confidence is reached so that no components are delivered with parameters outside the acceptance criteria can the measurement of the parameters be discontinued, as the values of the parameters are not guaranteed by the component manufacturer.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembe
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
 librarian ☐
 researcher ☐
 design engineer ☐
 safety engineer ☐
 testing engineer ☐
 marketing specialist ☐
 other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
 consultant ☐
 government ☐
 test/certification facility ☐
 public utility ☐
 education ☐
 military ☐
 other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
 product research ☐
 product design/development ☐
 specifications ☐
 tenders ☐
 quality assessment ☐
 certification ☐
 technical documentation ☐
 thesis ☐
 manufacturing ☐
 other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
 nearly ☐
 fairly well ☐
 exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
 standard is incomplete ☐
 standard is too academic ☐
 standard is too superficial ☐
 title is misleading ☐
 I made the wrong choice ☐
 other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
 (2) below average,
 (3) average,
 (4) above average,
 (5) exceptional,
 (6) not applicable

- timeliness.....
 quality of writing.....
 technical contents.....
 logic of arrangement of contents
 tables, charts, graphs, figures.....
 other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
 English text only ☐
 both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
- bibliothécaire ☐
- chercheur ☐
- ingénieur concepteur ☐
- ingénieur sécurité ☐
- ingénieur d'essais ☐
- spécialiste en marketing ☐
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
- comme consultant ☐
- pour un gouvernement ☐
- pour un organisme d'essais/ certification ☐
- dans un service public ☐
- dans l'enseignement ☐
- comme militaire ☐
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
- une recherche de produit ☐
- une étude/développement de produit ☐
- des spécifications ☐
- des soumissions ☐
- une évaluation de la qualité ☐
- une certification ☐
- une documentation technique ☐
- une thèse ☐
- la fabrication ☐
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
- à peu près ☐
- assez bien ☐
- parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
- la norme est incomplète ☐
- la norme est trop théorique ☐
- la norme est trop superficielle ☐
- le titre est équivoque ☐
- je n'ai pas fait le bon choix ☐
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
- uniquement le texte anglais ☐
- les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

-
-
-
-
-



ISBN 2-8318-4797-4



ICS 03.120.01; 31.020
