

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61163-2

Première édition
First edition
1998-11

Déverminage sous contraintes –

**Partie 2:
Composants électroniques**

Reliability stress screening –

**Part 2:
Electronic components**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61163-2:1998

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61163-2

Première édition
First edition
1998-11

Déverminage sous contraintes –

**Partie 2:
Composants électroniques**

Reliability stress screening –

**Part 2:
Electronic components**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de 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 Procédure	12
4.1 Généralités	12
4.2 Définition du programme	16
4.3 Etablir le contact entre les deux parties impliquées.....	18
4.4 Identifier les défauts et les modes de défaillance possibles pour chaque composant.....	18
4.5 Choisir les types, les niveaux et le séquençage de contraintes à utiliser pour provoquer les défaillances.....	18
4.6 Déterminer la durée du processus de déverminage sous contraintes	20
4.7 Analyser mathématiquement les résultats de l'essai initial	20
4.8 Réaliser l'analyse des défaillances	20
4.9 Réaliser des séquences de contraintes sur les composants.....	22
4.10 Déterminer les critères de rejet ou d'acceptation	22
4.11 Développer la boucle d'actions correctives	22
4.12 Fournir un retour d'information aux fabricants de composants.....	26
4.13 Arrêter le processus de déverminage sous contraintes	26
Figure 1 – Processus de déverminage sous contraintes des composants (diagramme général)	14
Figure 2 – Processus d'actions correctives.....	24
Annexe A (informative) Exemples d'outils pour identifier les mécanismes de défaillances dans les composants électroniques	28
Annexe B (informative) Analyse des données	32
Annexe C (informative) Exemples d'applications des processus de déverminage sous contraintes.....	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Procedure	13
4.1 General	13
4.2 Programme definition	17
4.3 Establish contact between the two parties involved	19
4.4 Identify the possible flaws and failure modes for each component	19
4.5 Select stress types, stress levels and stress sequence to be used in order to precipitate failures	19
4.6 Determine the duration of the reliability stress screening process	21
4.7 Mathematically analyze initial test results	21
4.8 Perform failure analysis	21
4.9 Perform stress sequence on the components	23
4.10 Determine approval or rejection criteria	23
4.11 Develop closed loop corrective action process	23
4.12 Provide feedback to the component manufacturers	27
4.13 Discontinue the reliability stress screening process	27
Figure 1 – Component reliability screening process (general flow chart)	15
Figure 2 – Corrective action process	25
Annex A (informative) Examples of tools for identifying failure mechanisms in electronic components	29
Annex B (informative) Data analysis	33
Annex C (informative) Examples of applications of reliability stress screening processes	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉVERMINAGE SOUS CONTRAINTES –

Partie 2: Composants électroniques

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 61163-2 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sécurité de fonctionnement

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/636/FDIS	56/642/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, B et C sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RELIABILITY STRESS SCREENING –

Part 2: Electronic components

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 61163-2 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/636/FDIS	56/642/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, B and C are for information only.

INTRODUCTION

Bien que développé initialement comme outil d'obtention de la fiabilité pour des systèmes fonctionnant dans des conditions d'environnement sévères, le déverminage sous contraintes a émergé, dans la profession des fabricants de matériel électronique, comme étant une technique permettant d'atteindre le niveau de zéro défaut pour les nouveaux produits.

Le déverminage sous contraintes a prouvé qu'il était un outil efficace pour

- a) identifier et éliminer les défauts dus à une mauvaise conception des composants et à des problèmes de fabrication,
- b) trier les composants pour les amener à un niveau de fiabilité plus élevé que les valeurs publiées,
- c) fournir des informations permettant l'adaptation des processus dans des limites très serrées pour minimiser la variabilité des paramètres.

Il convient de ne pas considérer le déverminage sous contraintes comme un moyen normal pour obtenir la fiabilité des composants électroniques, parce qu'il ne peut pas améliorer la fiabilité individuelle de chaque composant. Par contre, il peut améliorer la fiabilité d'un système. Le coût et les risques, associés au fait que les contraintes appliquées peuvent dégrader la durée de vie des composants, dépassent en général les bénéfices potentiels. Il est plus avantageux de renforcer le contrôle des procédés de fabrication. Cependant, cette méthode peut ne pas être pratique, par exemple lorsqu'il existe des composants dont la fiabilité est plus faible que la fiabilité acceptable. Utiliser le déverminage sous contraintes pour améliorer les caractéristiques de composants peut également poser un problème de logistique, lorsque des composants similaires à ceux déverminés ne sont pas disponibles à une date ultérieure.

Lorsque des composants ont été déverminés sous contraintes pour être utilisés dans un système particulier, soit la quantité de composants nécessaire à la réparation, pour toute la durée de vie du système, est déverminée dès le début du programme, soit l'utilisateur s'assure que la documentation du système est suffisante pour contrôler l'approvisionnement en composants de telle sorte que tous les composants de remplacement sont déverminés de façon similaire.

INTRODUCTION

Although first developed as a tool for designing reliability into systems that operate in harsh environmental conditions, reliability stress screening has emerged as a technique in the electrotechnical manufacturing community that is useful if the drive toward zero defect levels in new products is to continue.

Reliability stress screening has proved to be an effective tool in

- a) identifying and removing flaws due to poor component design and manufacturing deficiencies,
- b) screening parts to a tighter specification than those published,
- c) providing feedback to enable the streamlining of processes to achieve very tight limits in order to minimize parameter variability.

Reliability stress screening should not be considered as a normal procedure to be used in assuring the reliability of electronic components because reliability stress screening cannot improve the reliability of an individual component. Reliability stress screening can, however, improve the actual reliability of a system. The cost and risks generally outweigh the potential benefits since any applied stress may have detrimental effects on the lifetime of the components. Greater benefits may be obtainable by tighter manufacturing process control. However, in some cases, this may not be practical, for example with existing components with less than acceptable reliability. Using reliability stress screening to upgrade component specifications can also lead to a logistical problem, when similarly screened components are not available at a later date.

When performing reliability stress screening on components for use in a particular system, either enough components needed for the repair of the system over its entire service life need to be screened initially or the user needs to ensure that system documentation be sufficient to control component procurement so that all replacement components be similarly screened.

DÉVERMINAGE SOUS CONTRAINTES –

Partie 2: Composants électroniques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61163, incluant les annexes, est un guide pour les techniques et procédures du déverminage sous contraintes des composants électroniques. Cette norme n'est pas et ne peut pas être exhaustive en raison de la rapidité des développements dans l'industrie électronique.

Cette norme est destinée à être utilisée par

- a) les fabricants de composants, comme guide,
- b) les utilisateurs de composants, comme guide pour négocier avec les fabricants de composants les conditions de déverminage sous contraintes ou planifier en interne un processus de déverminage sous contraintes pour satisfaire aux exigences de fiabilité,
- c) les sous-traitants qui proposent le déverminage sous contraintes comme service.

Cette norme n'a pas pour but de fournir des plans d'essai pour tester des composants électroniques spécifiques ou pour délivrer des certificats de conformité pour des lots de composants.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61163. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61163 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60300-1:1993, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 1: Gestion du programme de sûreté de fonctionnement*

CEI 60300-2:1995, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 2: Eléments et tâches du programme de sûreté de fonctionnement*

CEI 60300-3-7—, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-7: Guide d'application – Déverminage sous contraintes du matériel électronique*¹⁾

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

CEI 61709:1996, *Composants électroniques – Fiabilité – Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles d'influence des contraintes pour la conversion*

¹⁾ A publier.

RELIABILITY STRESS SCREENING –

Part 2: Electronic components

1 Scope

This part of IEC 61163 provides guidance on reliability stress screening techniques and procedures for electronic components. This standard is not, and cannot be, exhaustive due to the rapid rate of developments in the electronics industry.

This standard is intended for the use of

- a) component manufacturers as a guideline,
- b) component users as a guideline to negotiate with component manufacturers on stress screening requirements or plan a stress screening process in house due to reliability requirements,
- c) subcontractors who provide stress screening as a service.

This standard is not intended to provide test plans for specific electronic components or for delivery of certificates of conformance for batches of components.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61163. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61163 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 60300-1:1993, *Dependability management – Part 1: Dependability programme management*

IEC 60300-2:1995, *Dependability management Part 2: Dependability programme elements and tasks*

IEC 60300-3-7:—, *Dependability management – Part 3-7: Application guide – Reliability stress screening of electronic hardware*¹⁾

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

IEC 61709:1996, *Electronic components – Reliability – Reference conditions for failure rates and stress models for conversion*

¹⁾ To be published.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61163, les définitions suivantes, ainsi que celles données dans la CEI 60050(191) et la CEI 60300-3-7 s'appliquent.

3.1

déverminage

procédé utilisé pour détecter les défauts, supprimer et réparer les éléments fragiles pour atteindre le plus rapidement possible le niveau de fiabilité attendu en période de durée de vie utile

NOTE 1 – La CEI 60050(191) définit, en 191-17-02, le terme «rodage». Ce terme, toutefois, est employé par beaucoup de fabricants pour décrire l'essai appelé «soak-test», qui désigne seulement l'une des multiples façons d'éliminer les éléments faibles. De plus, «rodage» peut inclure la notion de vieillissement dont le but est de stabiliser les paramètres, sans que des défaillances n'apparaissent.

NOTE 2 – La CEI 60050(191) définit, en 191-14-09, le terme «essai de sélection». Ce terme, toutefois, a un sens trop large pour être applicable dans le présent contexte, puisqu'il englobe l'élimination de tous les types de défauts. De plus, le déverminage sous contraintes est une opération de fabrication et non un essai.

NOTE 3 – La réparation n'est pas applicable dans le cas de composants électroniques.

3.2

déverminage sous contraintes

procédé 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 spécifiquement dans le but de stabiliser les caractéristiques n'est pas un procédé de déverminage sous contraintes et sort donc du domaine d'application de cette norme.

3.3

entité fragile

entité dont la probabilité de défaillance est élevée dans la période de défaillance précoce par suite de la présence d'un défaut (voir également 3.8: période de défaillance précoce)

3.4

fragilité

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

NOTE 1 – On admet que chaque type de fragilité est statistiquement indépendant des autres.

NOTE 2 – Une fragilité peut être soit intrinsèque, soit induite.

3.5

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 [VEI 191-04-06]

3.6

défectuosité

fragilité dans une entité qui provoque des défaillances par fragilité précoces

3.7

défectuosité intrinsèque

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

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61163, the following definitions as well as those given in IEC 60050(191) and IEC 60300-3-7 apply:

3.1

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 60050(191) defines in 191-17-02, 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 60050(191) defines, in 191-14-09, the term "screening test". This term, however, is defined too broadly to be applicable in the present context because it encompasses screening of any types of non-conformities. Furthermore, reliability screening is a process, not a test.

NOTE 3 – Repair is not applicable in the case of electronic components.

3.2

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 – Reliability screening is designed with the intention of precipitating flaws into detectable failures. An ageing process designed specifically with the intention of stabilizing parameters is not a reliability stress screening process and is therefore outside the scope of this standard.

3.3

weak item

an item which has a high probability of failure in the early failure period due to a flaw (see also 3.8: early failure period)

3.4

weakness

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

NOTE 1 – Each type of weakness is assumed to be statistically independent of all other such types.

NOTE 2 – A weakness may be either inherent or induced.

3.5

weakness failure

a failure due to a weakness in the item itself when subjected to stresses within the stated capabilities of the item [IEV 191-04-06]

3.6

flaw

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

3.7

inherent flaw

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

3.8

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 de défaillance des entités fragiles.

4 Procédure

4.1 Généralités

Pour définir un programme de déverminage sous contraintes, il est important de comprendre ce à quoi ce programme est destiné, à savoir:

- a) améliorer la capabilité des procédés en comprenant et en éliminant les causes de défaillances;
- b) obtenir des performances plus resserrées pour les composants déverminés, comparativement aux valeurs publiées;
- c) comprendre et améliorer la fiabilité des nouvelles technologies de composants;
- d) éliminer les composants faibles sujets à des défaillances précoces.

Il est important de noter qu'il existe deux types de défaillances:

- défaillances dépendantes du temps; les mécanismes qui provoquent ces défaillances sont fonction de contraintes et provoqueront, avec le temps, une dégradation du composant. Il convient que les techniques utilisées pour accélérer ces défaillances n'affectent pas les bons composants;
- défaillances non dépendantes du temps; ces mécanismes de défaillances sont dus à des défauts latents qui n'affectent pas les composants en temps normal à moins qu'ils ne soient initialisés par des événements extérieurs. Il convient de choisir avec soin les techniques utilisées pour accélérer ces défaillances. Sans cela, il y a un risque d'endommager les bons composants, si le déverminage sous contraintes est trop sévère.

Dans tous les cas ci-dessus, le déverminage sous contraintes sera au début exécuté à 100 % et ensuite graduellement diminué pour finalement être supprimé après qu'une analyse des défaillances a été réalisée et que les actions correctives ont été menées.

3.8

early failure period

that early period, if any, in the lifetime 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 where the weak items fail.

4 Procedure

4.1 General

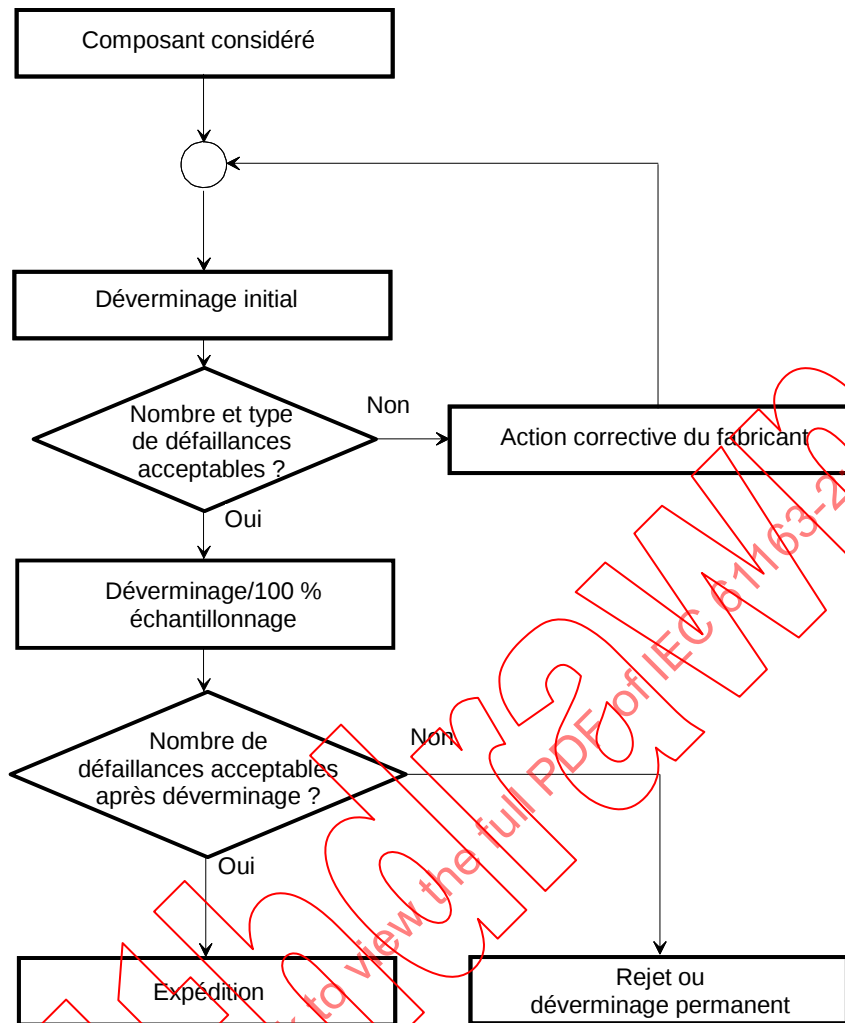
In designing a stress programme, it is important to understand the purpose of the programme as to whether it is:

- a) to improve the process capability by understanding and eliminating causes of failures;
- b) to achieve tighter performance on screened devices compared to published specifications;
- c) to understand and improve reliability of new device technologies;
- d) to remove weak devices which may fail early.

It is important to note that there are two types of failures:

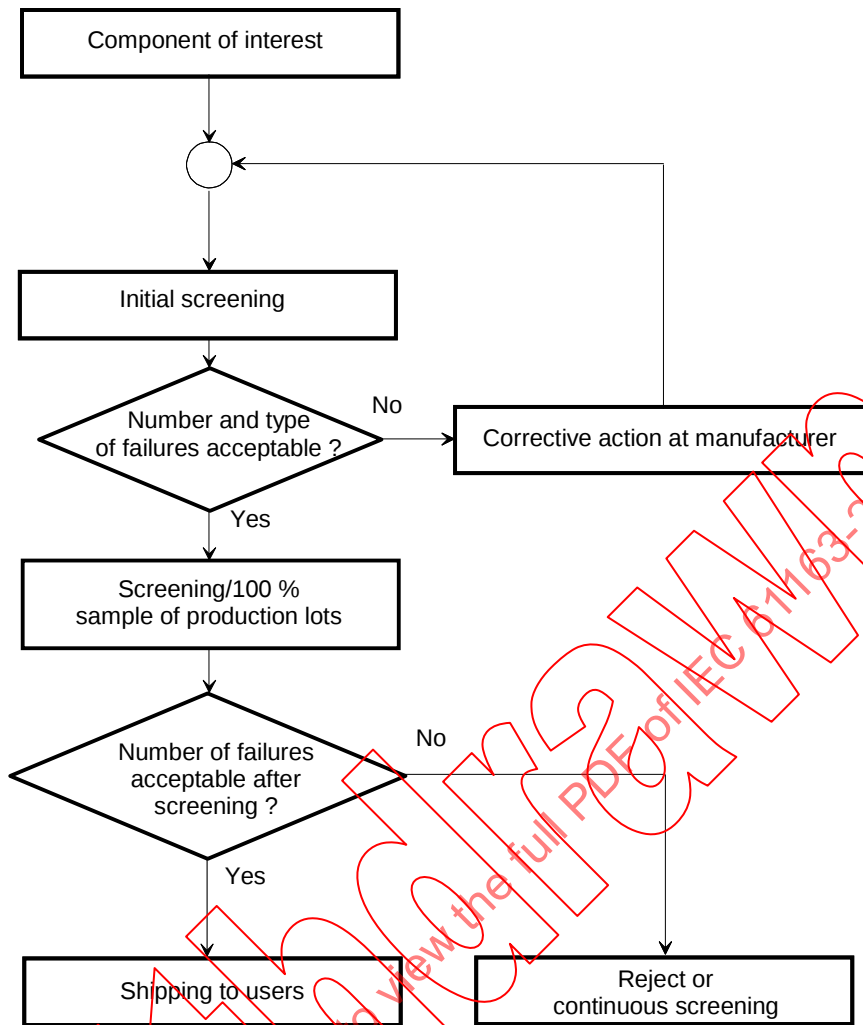
- time-dependent failures; the mechanisms that cause these failures are stress-dependent and will cause degradation of the device given sufficient time. The techniques used to accelerate these failure mechanisms should not affect good devices;
- time-independent failures; these failure mechanisms are due to latent flaws that do not affect devices in normal operation unless induced by some external events. Care should be taken when choosing the techniques used to accelerate these failures since damage to good components is possible if the screen is too harsh.

In all the above cases, the screening will start at 100 %, gradually reduce and finally be eliminated after analysis of failures is made and follow-up actions are taken.



IEC 1512/98

Figure 1 – Processus de déverminage sous contraintes des composants (diagramme général)



IEC 1512/98

**Figure 1 – Component reliability screening process
(general flow chart)**

Il est très important que le but du déverminage sous contraintes soit analysé avec soin. Il convient qu'aucune procédure de déverminage sous contraintes ne soit faite d'une manière routinière. Il devra y avoir une raison précise pour que le déverminage sous contraintes soit choisi (par exemple des raisons économiques).

Pour obtenir les meilleurs résultats possibles d'un déverminage sous contraintes, il est nécessaire de bien comprendre les mécanismes de défaillance des composants à déverminer et comment l'application des contraintes affectent ces mécanismes. Il convient que le plus grand soin soit pris pour que seules les défaillances susceptibles d'apparaître en utilisation en clientèle soient accélérées, étant donné qu'il est facile d'induire des défaillances qui ne risquent pas de se produire par une mauvaise application des contraintes de déverminage.

Il convient qu'un essai fonctionnel de chaque composant à déverminer soit réalisé avant et après l'application de tout déverminage sous contraintes. Premièrement, l'essai est réalisé pour que les composants défaillants puissent être attribués au seul déverminage sous contraintes. Deuxièmement, le déverminage sous contraintes est appliqué à chaque composant pendant la durée spécifiée et dans les conditions spécifiées. Troisièmement, les composants sont essayés fonctionnellement de nouveau pour éliminer les composants défectueux de la production déclarée bonne.

L'essai fonctionnel peut ne pas être suffisant pour des composants qui sont particulièrement fragiles ou coûteux, tels que les lasers. Dans ce cas, un essai paramétrique peut s'avérer nécessaire.

Le déverminage sous contraintes réalisé de cette façon peut être utilisé pour déterminer l'efficacité du déverminage sous contraintes appliqué au lot de composants donné. Les données obtenues peuvent être comparées aux données obtenues sans application de déverminage sous contraintes. Ces deux types de données peuvent être aussi comparés au rendement au niveau système, voire enfin aux résultats obtenus en exploitation. Tout cela est fait pour contrôler l'efficacité du déverminage sous contraintes.

Pour utiliser correctement le déverminage sous contraintes des composants électroniques, il convient de bien comprendre le type de la ou des défaillances prévues. Ce n'est qu'après cela qu'il est recommandé de planifier les détails du programme de déverminage, y compris le type de contrainte, ainsi que son niveau et sa durée.

La méthodologie du déverminage sous contraintes ne peut être décrite en détail dès lors qu'elle concerne beaucoup de composants différents. Par conséquent, il n'est pas judicieux de décrire de manière exhaustive les procédures de déverminage sous contraintes pour des types de composants particuliers. Cependant, une procédure générale peut être recommandée pour concevoir un plan de déverminage sous contraintes spécifique (voir 4.2). Il est important de remarquer que toutes les étapes d'une telle procédure n'ont pas forcément besoin d'être utilisées dans la conception de chaque plan de déverminage sous contraintes.

4.2 Définition du programme

La procédure décrite ci-après est recommandée pour définir et mettre en place un procédé de déverminage sous contraintes:

- établir le contact entre les deux parties impliquées
- identifier les défauts et les modes de défaillance possibles pour chaque composant
- choisir les types, les niveaux et le séquençement des contraintes à utiliser pour provoquer les défaillances
- déterminer la durée du processus de déverminage sous contraintes
- analyser mathématiquement les résultats de l'essai initial
- analyser les défaillances
- réaliser les séquences de contraintes sur les composants
- déterminer les critères de rejet ou d'acceptation
- développer la boucle d'actions correctives
- fournir un retour d'informations aux fabricants de composants
- arrêter le processus de déverminage sous contraintes

It is important that the aim for a reliability stress screening be carefully considered. No reliability stress screening procedure should be used routinely. There is to be a clear reason why reliability stress screening is chosen (for example economic reasons).

In order to get the best possible results from a stress screen, it is necessary to fully understand the failure mechanisms of the components to be screened and how the application of any particular screen will affect these mechanisms. Care should be taken so that only the failure mechanisms likely to occur while the component is operating in the field are accelerated by the screen, since it is relatively easy to induce unlikely failure mechanisms by misapplication of screening stress.

Before and after any screen is applied, functional testing of each part to be screened should be performed. Firstly, this testing is done so that only those parts that fail as a result of the stress screen should be recorded as failing for that reason. Secondly, the stress screen is applied to every component for the specified period of time and under the specified conditions. Thirdly, every component is tested functionally again, in order to remove any failed parts from the good product population.

Functional testing may not be sufficient for components which are particularly delicate or costly, such as lasers. In these cases, a parametric test may be necessary.

The reliability stress screening performed in this manner can be used to determine the yield of the screen for the lot of components screened. This screen yield data may be compared to data for yield without screen application and both these types of data may be compared in turn to system yield data, and ultimately to system field return data, all in order that the effectiveness of the screen may be monitored.

In order to use reliability stress screening of electronic components effectively, the type of failure(s) expected should be understood. Then the details of the stress screen programme, including stress levels and screen durations, should be planned.

The reliability stress screening methodology cannot be described in detail since there are many different component types. Therefore, it is not advisable to comprehensively list reliability screening procedures for particular component types. A general procedure, however, can be recommended for designing a specific reliability stress screening plan (see 4.2). It is important to note that all the steps of such a procedure need not be used in designing every reliability stress screening plan.

4.2 Programme definition

The following procedure for setting up and running a reliability stress screening process is recommended:

- establish contact between the two parties involved
- identify the possible flaws and failure modes for each component
- select stress types, stress levels and stress sequence to be used in order to precipitate failures
- determine the duration of the reliability stress screening process
- mathematically analyze initial test results
- perform failure analysis
- perform stress sequence on the components
- determine approval or rejection criteria
- develop closed-loop corrective action process
- provide feedback to the component manufacturers
- discontinue the reliability stress screening process

Chaque étape est décrite dans les paragraphes qui suivent. L'annexe C donne des exemples sur la façon de déterminer les procédés de déverminage sous contraintes pour différents composants. Ces exemples ne peuvent pas être utilisés sans discernement pour déverminer des composants de la même famille; il convient de les considérer uniquement comme des illustrations de la méthode pas à pas décrite dans les paragraphes suivants.

4.3 Etablir le contact entre les deux parties impliquées

Avant d'effectuer un processus de déverminage sous contraintes, il est nécessaire de rassembler autant d'informations qu'il est possible sur le composant à déverminer. Cela peut être réalisé en contactant le fabricant du composant. Le fabricant connaît tous les procédés utilisés pour fabriquer le composant et sait comment ils affectent le composant final. Il sera capable de donner un éclairage sur les modes de défaillance et les mécanismes qui peuvent être attendus des bons composants comme des composants moins robustes. Des informations sur les méthodes pour diagnostiquer les défauts sans avoir à réaliser des essais sous contraintes peuvent aussi être disponibles.

Dans certains cas, il peut être plus économique de demander au fabricant du composant de réaliser lui-même le déverminage sous contraintes, car il effectue déjà de tels essais inévitablement. Si le fabricant du composant ne peut pas, pour une raison quelconque, réaliser le déverminage sous contraintes, il pourra, cependant, fournir des informations utiles sur la conception et la mise en place du déverminage sous contraintes.

4.4 Identifier les défauts et les modes de défaillance possibles pour chaque composant

Après consultation avec le fabricant, il convient d'établir une liste des défauts potentiels du composant. Le tableau A.1 présente les défauts potentiels pour différents types de composants génériques et de technologies. Si une expérience basée sur l'analyse des défaillances des composants défaillants existe, elle constitue une information importante sur les défauts potentiels. Après avoir établi la liste des défauts potentiels, il convient d'évaluer chacune d'entre elles pour déterminer si la défaillance se développera en défaillance dans l'environnement du produit fini. De plus, l'objectif du déverminage sous contraintes sera pris en compte. Cette évaluation fournit une liste des défauts potentiels et de leurs probabilités d'occurrence.

4.5 Choisir les types, les niveaux et le séquençage de contraintes à utiliser pour provoquer les défaillances

L'étape suivante consiste à sélectionner les types de contraintes qui sont les plus efficaces pour précipiter les défauts. Des exemples sont donnés à l'annexe A. Il convient, cependant, de combiner cette information avec la connaissance physique du composant réel et de ses défauts potentiels. Là encore, il est possible d'obtenir des informations importantes de la part des fabricants de composants. Pour pouvoir couvrir tous les types de défauts pertinents avec un nombre de types de contraintes maîtrisable, on peut être obligé, dans certains cas, d'utiliser le deuxième ou le troisième type de contrainte par ordre d'efficacité. Il convient de déterminer quels types de contraintes sont les plus contraignants sur un type particulier de composant, quels types de contraintes sont disponibles avec les équipements d'essais ou sont moins chers à mettre en oeuvre. Cette optimisation peut prendre du temps et nécessiter quelques itérations pour être menée à bien.

Quand les types de contraintes ont été sélectionnés, il convient alors de déterminer le niveau maximal de contrainte qui pourra être utilisé sans réduire de manière significative la durée de vie des composants bons et robustes (sans défaut). S'il n'existe pas d'information spécifique donnée par le fournisseur, la température maximale de stockage pour le type de composant sera utilisée lorsqu'aucune tension n'est appliquée et la température maximale de fonctionnement lorsque le déverminage sous contraintes est réalisé sur des composants sous tension ²⁾.

²⁾ Il est, cependant, presque toujours possible d'utiliser des niveaux de contrainte plus élevés que lorsque les composants sont montés dans un sous-ensemble pour un équipement fini.

In the following subclauses, each step is discussed. Annex C gives examples of how a reliability stress screening process could be designed for different component types. These examples should not be used uncritically for reliability stress screening of components of the same family, but only regarded as illustrations of the step-by-step method described in the following subclauses.

4.3 Establish contact between the two parties involved

Before performing a reliability stress screening process, it is necessary to gather as much information about the component to be screened as possible. This can best be achieved by contacting the component manufacturer. The manufacturer will be aware of all the processes used in the production of the component and how they affect the end product. He will be able to provide insight into the failure modes and mechanisms that may be expected from good components as well as from less robust components. Information on methods of diagnosing flaws without having to perform a stress test may also be available.

In some cases, it may prove more economical to allow the component manufacturer to perform the stress test, as he will inevitably be performing such tests already. If stress testing by the component manufacturer is unavailable for some reason, then useful information about the design and operation of a stress test may be obtained from him.

4.4 Identify the possible flaws and failure modes for each component

After contact with the manufacturer, a list of the potential flaws in the component should be developed. Table A.1 shows potential flaws for different generic component types and technologies. If experience from failure analysis of failed components exists, this will give important information about possible flaws. After the potential flaws have been listed, each should be evaluated to determine if the flaw will develop into a failure in the environment of the finished product. Further, the aim of the reliability stress screening process should be taken into account. This evaluation results in a list of potential flaws with their probability of occurrence.

4.5 Select stress types, stress levels and stress sequence to be used in order to precipitate failures

The next step is to select the types of stress that are the most efficient in precipitating the flaw types. Examples are given in annex A. This information, however, should be combined with physical knowledge of the actual component and its possible flaws. Again one can obtain valuable information from the component manufacturer. In order to cover all the relevant flaw types with a manageable number of stress types, one may, in some cases, be forced to use the second or third most efficient stress type. Determination of the optimal mix of stress types that cause the highest stress level for a particular component type and stress types that are readily available in test equipment or are inexpensive to set up should be made. This optimization can take some time and some iterations to complete.

When the stress types have been selected, the maximum level of stress that can be used without significantly reducing the lifetime of the good and sound (unflawed) components should be determined. If no specific information from the component manufacturer is available, the maximum storage temperature for the component type should be chosen when no voltage is applied and the maximum operating temperature when the reliability stress screening is performed under electrical voltage ²⁾.

2) It is, nevertheless, nearly always possible to use higher stress levels than when the components are mounted in a finished piece of equipment.

Dans certains cas, les différents types de contraintes sont appliqués séparément en séquence. L'ordre de la séquence peut avoir une importance majeure, par exemple un choc mécanique ou des vibrations créent des fissures autour des connexions des composants et il convient alors que la contrainte d'humidité soit réalisée après les vibrations mécaniques.

4.6 Déterminer la durée du processus de déverminage sous contraintes

Une évaluation du déverminage sous contraintes est réalisée au début pour trouver la durée optimale du processus de déverminage sous contraintes pour les types et les niveaux de contraintes retenus. Il est recommandé de renouveler cette opération pour chaque nouveau type de composant ou dans les cas de production en série de lots de composants.

Il convient de répéter l'évaluation initiale du déverminage sous contraintes chaque fois que le taux moyen de défaillances en fin de processus a changé de façon significative ou lorsque des défaillances relatives aux composants suspectés moins robustes que la normale sont observées en exploitation.

Il convient que l'évaluation dure toujours trois à cinq fois plus longtemps que le processus de déverminage sous contraintes lui-même, de façon à détecter les défaillances précoces qui peuvent survenir après la fin du processus de déverminage sous contraintes le plus court.

L'évaluation du déverminage sous contraintes peut être réalisée en utilisant un échantillon de composants à déverminer. Les composants sont soumis aux contraintes choisies pendant un temps suffisant pour faire apparaître un nombre pertinent de défaillances par fragilité. Le nombre de défaillances à considérer est comparé au taux supposé de composants fragiles contenus dans l'échantillon et au taux de confiance requis. Voir l'annexe B pour plus de détail. Le facteur d'accélération peut être estimé à l'aide des équations données à l'annexe B.

Pendant le processus de déverminage sous contraintes, le pourcentage de défaillances observées pendant l'essai peut varier.

- Si le taux de défaillance augmente, il convient de doubler immédiatement la durée du déverminage sous contraintes.
- Si le taux de défaillance diminue, il convient de procéder à une nouvelle évaluation pour décider si la durée du déverminage peut être diminuée.
- Si le taux de défaillance reste constant sur une période de temps, il convient que l'évaluation du déverminage sous contraintes soit répétée à intervalles réguliers. Si les composants en essai sont contrôlés en permanence pendant le processus réel de déverminage sous contraintes, il est facile d'analyser les données et de décider si un nouveau type de déverminage sous contraintes est nécessaire. Si les composants ne sont pas contrôlés en permanence, il convient de procéder à une nouvelle évaluation du déverminage sous contraintes.

4.7 Analyser mathématiquement les résultats de l'essai initial

Les résultats du déverminage sous contraintes initial sont analysés et la durée du déverminage peut être calculée en utilisant les méthodes décrites à l'annexe B.

4.8 Réaliser l'analyse des défaillances

Il convient de souligner que, pendant l'optimisation de la durée du déverminage sous contraintes, une analyse des défaillances observées sera réalisée simultanément pour permettre au fabricant de composants de supprimer les causes des défaillances.

Il convient que tous les mécanismes de défaillance observés pendant l'essai soient identifiés. Si les mécanismes de défaillances sont induits par les manipulations avant et pendant l'essai (décharges électrostatiques, par exemple) ou par l'essai lui-même, il convient de revoir les procédures de manipulation et les niveaux des contraintes appliquées.

In some cases, the stress types are applied separately in sequence. The order of the sequence can be of major importance, e.g. a mechanical shock or vibration creates cracks around the component leads and, therefore, a moisture stress should be performed after the mechanical vibration.

4.6 Determine the duration of the reliability stress screening process

A reliability stress screening evaluation is made initially to find the optimum duration of the reliability stress screening process for the chosen stress types and stress levels. It is recommended to repeat this evaluation for each new component type or in cases where a series of component batches are manufactured.

This initial evaluation should be repeated whenever the average percentage of failures observed after the actual reliability stress screening process has changed significantly, or when failures related to components suspected to be less robust than normal are observed in field use.

The evaluation should always be three to five times longer than the reliability stress screening process itself, in order to detect early failures that occur after the termination of the shorter reliability stress screening process.

The stress screening evaluation can be performed using a sample of the components to be screened. The components are exposed to selected stress screening for sufficient time that a relevant number of weakness failures may occur. The number of failures to be observed is related to the assumed size of the weak population within the sample and the required confidence level. See annex B for further details. In order to estimate the acceleration factor, the equations given in annex B can be used.

During the reliability stress screening process, the percentage of failures observed during the test can change:

- a) If the percentage of failures increases, the duration of the test should immediately be doubled.
- b) If the percentage of failures decreases, a fresh evaluation should be performed to decide if the duration of the test can be decreased.
- c) If the percentage of failures remains constant over a period of time, the evaluation should be repeated at regular intervals. If the components under test are monitored continuously during the actual reliability stress screening process, it is easy to analyze the data and decide when a new reliability stress screening is required. If the components are not monitored continuously, a separate reliability stress screening evaluation should be made.

4.7 Mathematically analyze initial test results

The results from the initial reliability stress screening are analyzed and the duration of the reliability stress screening can be computed using the methods described in annex B.

4.8 Perform failure analysis

It should be emphasized that, when the duration of the reliability stress screening process is optimized, analysis of the observed failures should be simultaneously performed so that the component manufacturer can remove the cause of the failures.

All failure mechanisms observed during the test should be identified. If the mechanisms were induced by handling before or during the test (for example electrostatic discharges, ESD) or the failure mechanism was induced by the test itself, the handling procedure or test stress levels should be reviewed.

Dans tout échantillon, il convient de s'attendre à la fois à des défauts prévisibles ou non prévisibles, de même qu'il convient de s'attendre à la non-apparition de défauts prévisibles.

Il est nécessaire de prêter la plus grande attention aux défaillances observées à la fois pendant le déverminage sous contraintes et en exploitation. Dans le cas d'une nouvelle application, on peut utiliser l'expérience acquise avec des applications similaires pour juger si une défaillance observée pendant le déverminage sous contraintes est susceptible d'être détectée en exploitation.

4.9 Réaliser des séquences de contraintes sur les composants

Dans certains cas, par exemple des défaillances intermittentes, un contrôle permanent des composants en cours de déverminage sous contraintes peut être nécessaire. Dans le cas où les composants sont contrôlés en permanence, les résultats du contrôle peuvent être utilisés pour déterminer une durée optimale nouvelle du déverminage sous contraintes.

4.10 Déterminer les critères de rejet ou d'acceptation

Dans le cas où il est décidé si les composants déverminés doivent être acceptés ou rejetés, la décision peut être basée sur différentes règles:

- nombre de défaillances observées;
- pourcentage de composants possédant des paramètres en dehors des limites;
- marge entre la distribution et la limite fonctionnelle (par exemple 6σ).

4.11 Développer la boucle d'actions correctives

Il convient que le processus global d'actions correctives soit un outil efficace pour collecter les données sur les défaillances, pour réaliser les analyses et mener les actions appropriées. La figure 2 décrit une approche du processus d'actions correctives. Le schéma de processus d'actions correctives décrit les actions/stratégies pour mettre en oeuvre les actions.

In any sample, the identification of both unanticipated and anticipated flaws should be expected, and the non-appearance of anticipated flaws should also be expected.

Failure mechanisms observed in the field and observed in reliability stress screening are the failure mechanisms to focus attention on. If this is a new application, one can use experience with similar applications to judge whether or not a failure mechanism observed in reliability stress screening is likely to be seen in the field.

4.9 Perform stress sequence on the components

In certain cases, for example intermittent failures, continuous monitoring of the components being screened may be necessary. In cases where the components are monitored continuously, screen results can be used to determine a new optimum screen duration.

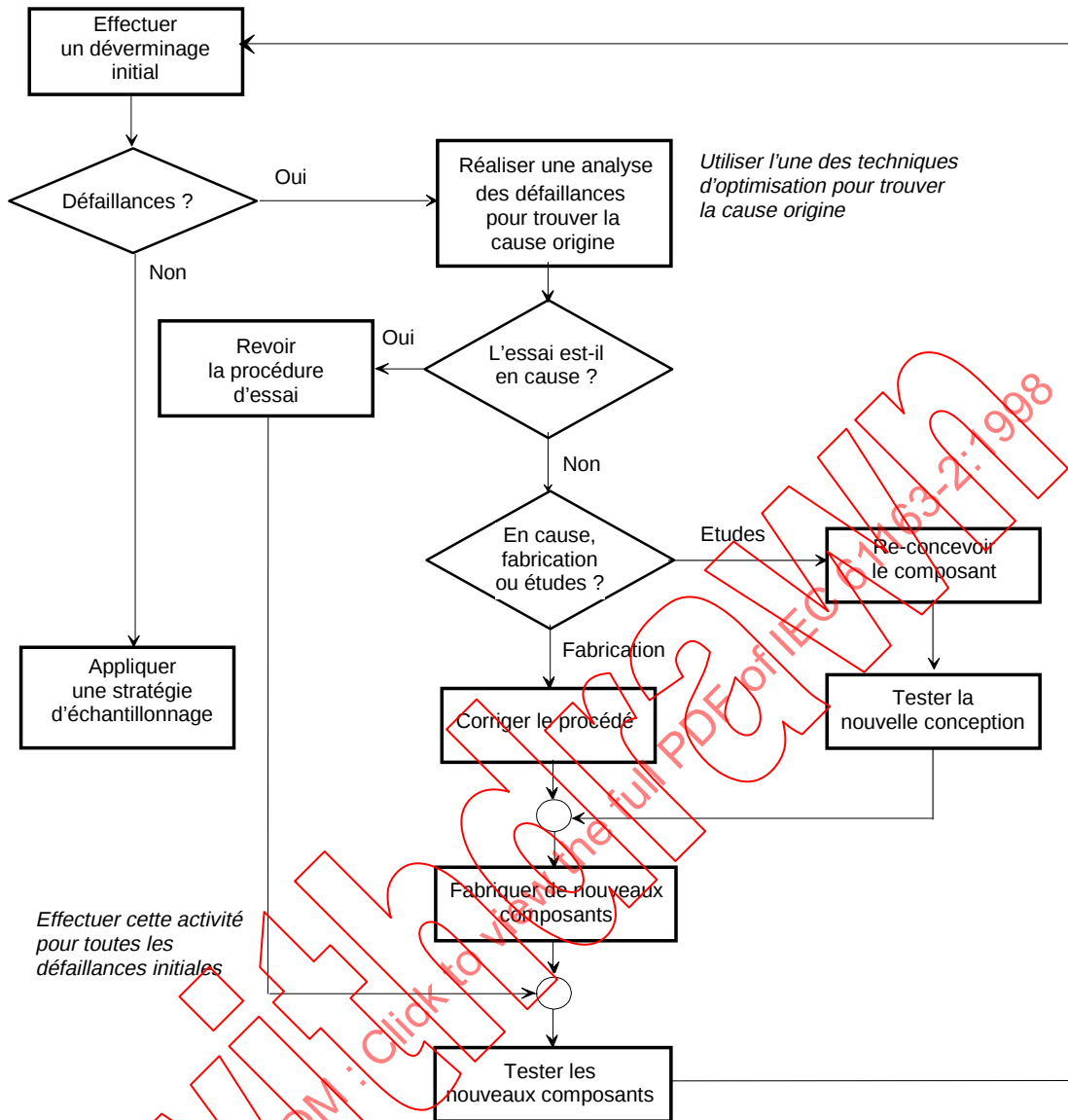
4.10 Determine approval or rejection criteria

In cases where it is decided to approve or discard the screened components, the decision may be based on different decision rules:

- number of failures observed;
- percentage of components with parameter values outside the limits;
- margin from the distribution to the functional limit (for example 6σ).

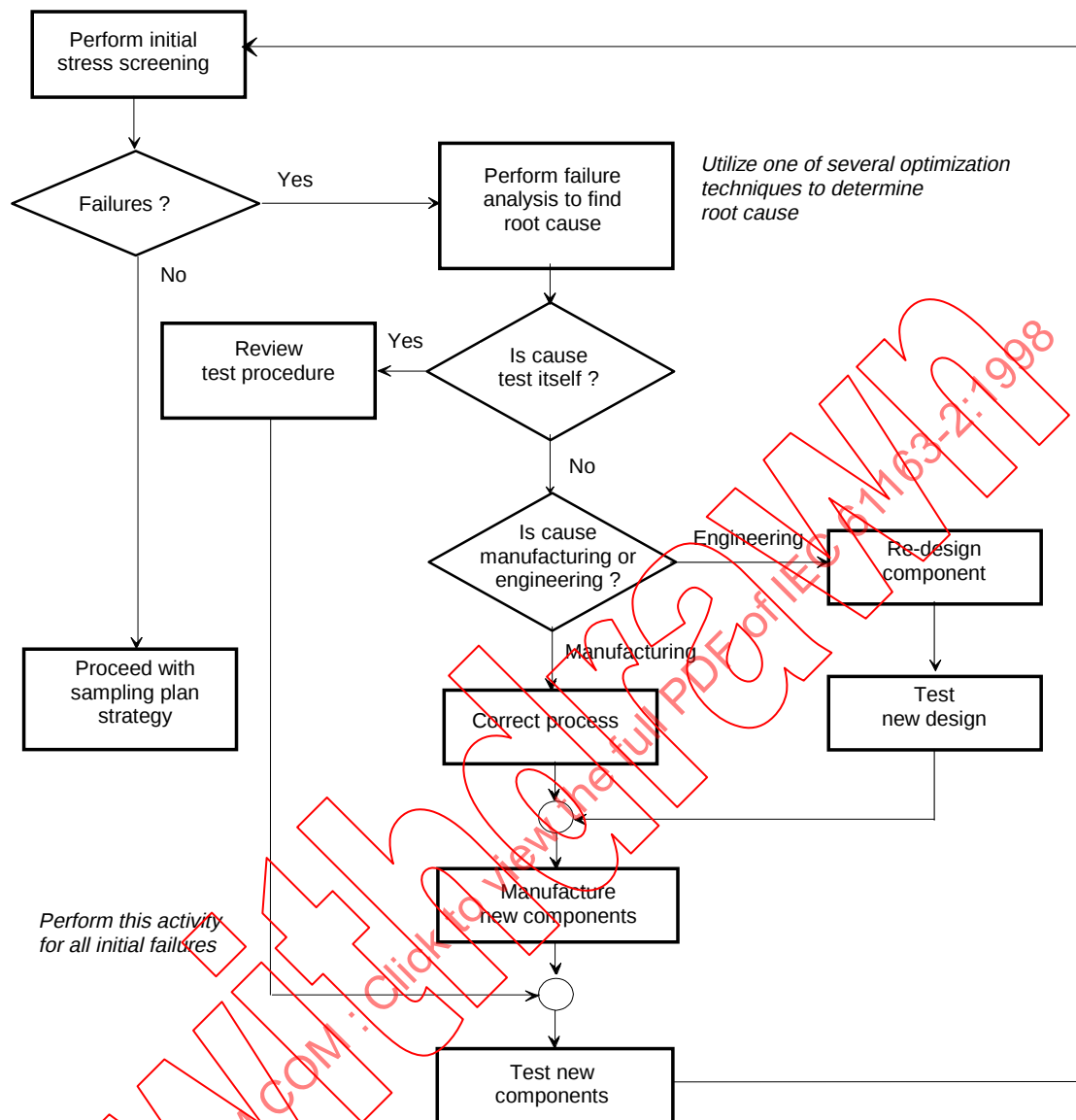
4.11 Develop closed-loop corrective action process

The overall corrective action process should be an effective tool to acquire feedback on failure data, perform analysis and take appropriate action. Figure 2 describes the suggested corrective action process. The corrective action process flow chart describes the actions/strategies in implementing the actions.



IEC 1513/98

Figure 2 – Processus d'actions correctives



IEC 1 513/98

Figure 2 – Corrective action process

4.12 Fournir un retour d'information aux fabricants de composants

Si le déverminage sous contraintes est effectué par l'utilisateur, il convient que les résultats du déverminage sous contraintes soient toujours envoyés au fabricant de composants. Cela inclut les résultats d'analyse des défaillances. Dans certains cas, le fabricant de composants peut être disposé à effectuer l'analyse des défaillances. Le but de ce retour d'information est de donner au fabricant la possibilité d'améliorer la conception et les procédés de fabrication des composants. Si le fabricant de composants effectue le déverminage sous contraintes pour satisfaire à une spécification produite par l'utilisateur du composant, il est essentiel que les résultats de ce déverminage sous contraintes soient fournis à l'utilisateur de façon à modifier la spécification lorsque cela est nécessaire.

4.13 Arrêter le processus de déverminage sous contraintes

Il convient qu'un processus de déverminage sous contraintes ne soit pas utilisé plus longtemps que cela est nécessaire. Après une modification réussie dans le processus de fabrication du composant, le déverminage sous contraintes peut être interrompu, si les résultats montrent que les exigences spécifiées peuvent être atteintes sans l'utiliser. Dans ce cas, il convient de réaliser un déverminage sous contraintes par échantillonnage sur les différents lots pour vérifier que le nombre de composants défectueux restent toujours à un niveau acceptable.

Lorsque la fiabilité exigée ne peut pas être atteinte par l'amélioration des procédés (pour des raisons techniques ou économiques), il convient que le déverminage sous contraintes soit maintenu aussi longtemps que possible. Cela peut être le cas :

- si le déverminage sous contraintes est le seul moyen d'atteindre un objectif de fiabilité acceptable,
- si des lots comportant moins de pièces, et qui sont moins fragiles, doivent être livrés pour des applications à haute fiabilité,
- si des lots doivent être livrés avec des propriétés particulières qui ne sont pas garanties dans la spécification du produit standard. Par exemple, si un paramètre est de faible importance (dans une application standard) mais devient de première importance dans une application spécifique, le déverminage sous contraintes peut être le seul moyen possible d'obtenir des composants comportant cette propriété, sans pour autant développer un produit totalement nouveau avec tous les coûts associés à ce nouveau processus.

4.12 Provide feedback to the component manufacturers

If the reliability stress screening is performed by the user, the results from the reliability stress screening process should always be provided to the component manufacturer. This includes results of failure analysis. In some cases, the component manufacturer may be willing to do the failure analysis. The purpose of this feedback is to enable the component manufacturer to improve the component design and the manufacturing processes. If the component manufacturer performs the reliability stress screening to a specification issued by the component user, it is vital that the outcome of the reliability stress screening be reported to the component user so that changes in the specification are introduced when it is appropriate.

4.13 Discontinue the reliability stress screening process

A reliability stress screening process should only be used for as long as is necessary. After a successful change in the component manufacturing process, the reliability stress screening can be discontinued if the results show that the specified requirements can be met without it. In this case, a reliability stress test on a sample of each manufacturing lot should be used to monitor whether the number of flawed components is still within the acceptable range or not.

Where the required reliability cannot or may not be achieved by process improvement (for technical or economical reasons), the reliability stress screening should be maintained as long as is reasonable. This can be the case

- if reliability stress screening is the only way to achieve an acceptable reliability target,
- if lots with fewer, less robust components are to be delivered for high reliability applications,
- if lots with particular properties are to be delivered which are not guaranteed by the standard product specification. For example, if a parameter is of low importance (in standard applications) but gains primary importance for a specific application, reliability stress screening could be the only possible way to obtain items with that property without developing a completely new product with all the costs associated with that process.

Annexe A (informative)

Exemples d'outils pour identifier les mécanismes de défaillances dans les composants électroniques

Il est à remarquer que certains des outils présentés au tableau A.1 sont destructifs et que, par conséquent, ils endommageront les composants lorsque ces techniques seront utilisées. Cela signifie qu'il n'est possible d'utiliser ces techniques que pour le déverminage sous contraintes d'échantillons de composants extraits de lots.

Tableau A.1 – Outils pour identifier les défauts potentiels

Essais de contrainte, procédures et matériel	Défauts potentiels	Destructif
Inspection visuelle Inspection visuelle avant encapsulation des composants moulés ou hermétiques Inspection après analyse physique destructive de composants hermétiques Microscopie acoustique (cette technique utilise les ultrasons pour investiguer l'intérieur des composants encapsulés) Equipement rayons X	Défauts visibles dans les composants Défauts visibles et problèmes d'assemblage Des défauts internes tels que courts-circuits, problèmes de soudure, circuits ouverts, etc. peuvent être identifiés (faiblesse dans les joints de soudure, la puce, la liaison à la structure principale, les joints de scellement et les zones conductrices faibles, par exemple défaut de métallisation, le matériau d'enrobage et de liaison à la structure principale de la puce, rétrécissement des fils de soudure et défauts d'isolement) Des défauts internes tels que courts-circuits, problèmes de soudure, circuits ouverts, etc. peuvent être identifiés (des faiblesses dans les joints de soudure, la puce, la liaison à la structure principale, le matériau d'enrobage et de liaison à la structure principale, les joints de scellement et les zones conductrices faibles, par exemple défaut de métallisation de la puce, rétrécissement des fils de soudure et défauts d'isolement)	Non Oui Non Non
Accélération constante, choc mécanique Centrifugeuse capable d'atteindre le nombre de tours par minute exigés utilisée pour les composants à cavité; circuits intégrés hermétiques, MCM, hybrides, etc.	Mauvaises fixations des puces et des substrats. Particules détachées ou mal fixées telles que les bavures et les boules de soudure. Fils trop proches les uns des autres ou du boîtier	Oui
Vibration Vibrateur, amplificateur, système de contrôle La vibration peut être de type sinusoïdal à fréquence fixe ou à balayage de fréquence, ou encore de type aléatoire. La vibration aléatoire est plus efficace car elle rencontre plus souvent les fréquences de résonance sur une période de temps donnée que si un signal sinusoïdal en balayage de fréquence était utilisé pour les composants à cavités	Problèmes de fils de liaison. Liaisons et joints fragiles. Problèmes dus à la résonance des joints et des jonctions. Connexions faibles, soudures faibles, etc.	Oui

Annex A (informative)

Examples of tools for identifying failure mechanisms in electronic components

It should be noted that some of the tools presented in table A.1 are destructive and hence will damage all components where the technique is applied. This means that it is only possible to use these techniques when determining reliability stress screening for samples of components drawn from lots.

Table A.1 – Tools for identifying potential flaws

Stress tests, procedures and equipment	Potential flaws	Destructive
Visual inspection		
Pre-cap visual inspection of moulded or hermetically sealed components	Visible flaws in the devices	No
Inspection after DPA (destructive physical analysis) of hermetically sealed components	Visible flaws and assembly problems	Yes
Scanning acoustic microscopy (this technique uses ultrasound to image the interior of encapsulated components)	Internal defects like short circuits, bonding problems, open contacts, etc. can be identified (weakness in solder joints, chip, attachment to lead frame, moulding compound to lead frame, bondings, welding joints and weak conductive areas such as chip metallization fault, bond wire nicks and insulation weaknesses)	No
X-ray equipment	Internal defects like short circuits, bonding problems, open contacts, etc. can be identified (weakness in solder joints, chip, attachment to lead frame, moulding compound to lead frame, bondings, welding joints and weak conductive areas such as chip metallization fault, bond wire nicks and insulation weaknesses)	No
Constant acceleration, mechanical shock		
Centrifuge capable of achieving required revolutions per minute (RPM) used for components with cavities; hermetically sealed ICs, MCMs, hybrids, etc.	Bad attachments of chips and substrates. Loose or loosely fixed particles such as weld splashes and solderballs. Wires placed too close to each other or to the case	Yes
Vibration		
Vibrator, amplifier, control-monitoring system The vibration may be of sinusoidal type with fixed or swept frequency, or random signal. Random vibration is more efficient as it passes possible resonant frequencies more times in a given period than if a swept sinusoidal signal was used for components with cavities	Bond wire problems. Flawed attachments and joints. Problems due to resonance at joints and junctions. Weak connections, welds, etc.	Yes

Tableau A.1 (fin)

Essais de contrainte, procédures et matériel	Défectuosités potentielles	Destructif
Cycles de température Le cyclage en température peut être réalisé dans une chambre simple ou double	Faiblesses dans les joints de soudure, la puce, la liaison à la structure principale, le matériau d'enrobage et de liaison à la structure principale, les joints de scellement et les zones conductrices faibles, par exemple défaut de métallisation de la puce, rétrécissement des fils de soudure et défauts d'isolement	Oui
Choc thermique Transport entre deux températures différentes	Cassures des passivations, problèmes de dépôt, etc.	Oui
Haute température Chambre chaude avec contrôle de la température Haute température seulement Haute température avec tension inverse appliquée Haute température avec puissance appliquée	Précipiter les défauts internes des composants Défaillances dues à la contamination dans les semi-conducteurs Problèmes liés à la dissipation de puissance	Oui Oui Oui
Basse température Chambre avec réfrigération pour atteindre les températures froides Il convient que l'essai soit effectué avec une polarisation maximale du composant	Dégradation du transistor (MOS en particulier) due aux porteurs chauds	Oui
Essai du point de rosée Contrôler un paramètre en permanence pendant qu'on abaisse la température jusqu'à un niveau très bas, -65 °C par exemple. Ensuite, augmenter la température. Si une discontinuité brutale apparaît sur le paramètre contrôlé pendant l'augmentation et la diminution de la température, cela correspond au point de rosée. Un haut point de rosée indique un taux d'humidité élevé dans la cavité dû à des fuites ou à des faiblesses du processus de fabrication	Corrosion due à la précipitation de l'humidité contenue dans les cavités humides des composants	Oui
Vibrations acoustiques (PIND) Identique à la vibration et au choc thermique. Ici chaque composant est placé dans un pot vibrant et soumis à des vibrations suivies de chocs. L'équipement signale tout bruit acoustique dans le système pendant cette agitation. La détection d'un bruit indique la présence de particules détachées dans la cavité	Billes de soudures, éclats de soudure, particules détachées dans la cavité	Oui
Essais haute humidité, haute température Chambre capable d'atteindre des températures élevées en même temps qu'un taux élevé d'humidité. Le temps d'essai est réduit par le fait de contrôler à haute température (130 °C). Des autoclaves capables d'atteindre de hautes pressions sont nécessaires pour obtenir des niveaux d'humidité de 100 %	L'essai d'humidité permet de détecter les composants avec des boîtiers faibles, une mauvaise adhérence du matériau d'enrobage aux terminaisons, causant des pénétrations d'humidité et des corrosions. L'essai permet aussi de détecter des défauts dans le matériau d'enrobage dus à l'humidité ou à la contamination	Oui

Table A.1(concluded)

Stress tests, procedures and equipment	Potential flaws	Destructive
Temperature cycling Temperature cycling chamber can be dual or single chamber	Weakness in solder joints, chip, attachment to lead frame, moulding compound to lead frame, bondings, welding joints and weak conductive areas such as chip metallization fault, bond wire nicks and insulation weaknesses	Yes
Thermal shock Transportation between two different temperatures	Glass feed-throughs, plating problems, etc	Yes
High temperature Heated chamber with temperature monitoring High temperature only High temperature with voltage applied and reverse bias High temperature with power applied	Precipitate internal flaws in components Failures due to contamination in semiconductors Power dissipation problems	Yes Yes Yes
Low temperature Refrigerated chamber with refrigeration to activate cold temperature The test should be performed with the maximum bias applied to the component	Degradation of transistor (particularly MOS) due to hot carriers	Yes
Dew-point test Monitor a parameter continuously while lowering the temperature to a very low temperature like -65°C . Then raise temperature. If a sharp discontinuity is observed in the measured parameter during fall and rise of temperature, this is the dew point for the enclosed environment. A high dew point indicates high humidity in the cavity due to leaks or manufacturing flaws	Corrosion caused by precipitation of enclosed humidity in humid device cavities	Yes
Particle impact noise detection (PIND) Same as vibration test and thermal shock. Here each component is placed on a vibration shaker and subjected to vibration followed by shock pulses. The instrumentation indicates any acoustical noise in the system during this agitation. Detected noise indicates loose parts within the package	Small solder balls, weld splash balls, loose particles in the cavity	Yes
High humidity – high temperature tests Chamber capable of achieving high temperature and high humidity. The time of test is reduced by testing at a high temperature (130°C). Autoclaves capable of high pressure are required to reach 100 % humidity levels	Humidity test will detect components with weak packages, bad adhesion of moulding compounds to terminals causing moisture leakage and corrosion. The test can also detect flaws in the moulding compound due to moisture or contamination	Yes

Annexe B (informative)

Analyse des données

B.1 Symboles

α	constante
β	paramètre de forme de la distribution
η	paramètre aussi appelé caractéristique de durée de vie
A	constante
C	facteur d'accélération en tension en ångströms par volt (Å/V)
D	coefficient de self-diffusion, $D = D_0 \times \exp(-E_A/k_B T)$, en centimètres carrés par seconde (cm ² /s)
d_{ox}	épaisseur d'oxyde en ångströms (Å)
E_A	énergie d'activation en électronvolts (eV)
f_1	fréquence de cyclage dans les conditions d'utilisation
f_2	fréquence de cyclage sous contraintes
$F(t)$	fonction de distribution des défaillances
G_1	facteur, dépendant de la température maximale $T_{max,1}$ (conditions d'utilisation)
G_2	facteur, dépendant de la température maximale $T_{max,2}$ (conditions sous contraintes)
H_1	niveau de référence en humidité
H_2	niveau de contrainte en humidité
i	nombre de défaillances
J_1	densité de courant de référence en ampères par centimètre carré (A/cm ²)
J_2	densité de courant de contrainte en ampères par centimètre carré (A/cm ²)
K^*	constante de proportionnalité
k_B	constante de Boltzmann, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K
M	constante du matériau (pente de la courbe de Wöhler du matériau considéré)
N_1	nombre de cycles jusqu'à défaillance dans les conditions d'utilisation
N_2	nombre de cycles jusqu'à défaillance sous contraintes
n	taille d'un échantillon
n_1	constante, spécifique à l'action de la tension
n_2	constante, spécifique à l'action de l'humidité
p	proportion de composants fragiles
P	probabilité de défaillance
t	temps de fonctionnement
t_1	temps jusqu'à défaillance aux conditions de référence
t_2	temps jusqu'à défaillance aux conditions de contrainte
T	température absolue en kelvins (K)
T_1	température de référence en kelvins (K)
T_2	température de contrainte en kelvins (K)
$T_{max,1}$	température maximale atteinte pendant le cycle dans les conditions d'utilisation en kelvins (K)
$T_{max,2}$	température maximale atteinte pendant le cycle sous contraintes en kelvins (K)
ΔT_1	gamme de températures en kelvins (K) dans les conditions d'utilisation
ΔT_2	gamme de températures en kelvins (K) sous contraintes
V_1	tension de référence en volts (V)
V_2	tension de contrainte en volts (V)
W_1	densité d'accélération (ASD ou PSD) ³⁾ en valeur efficace pour la vibration aléatoire dans les conditions d'utilisation
W_2	densité d'accélération (ASD ou PSD) ³⁾ en valeur efficace pour la vibration aléatoire sous contraintes

³⁾ ASD: acceleration spectral density (densité spectrale d'accélération); PSD: power spectral density (densité spectrale de puissance).

Annex B (informative)

Data analysis

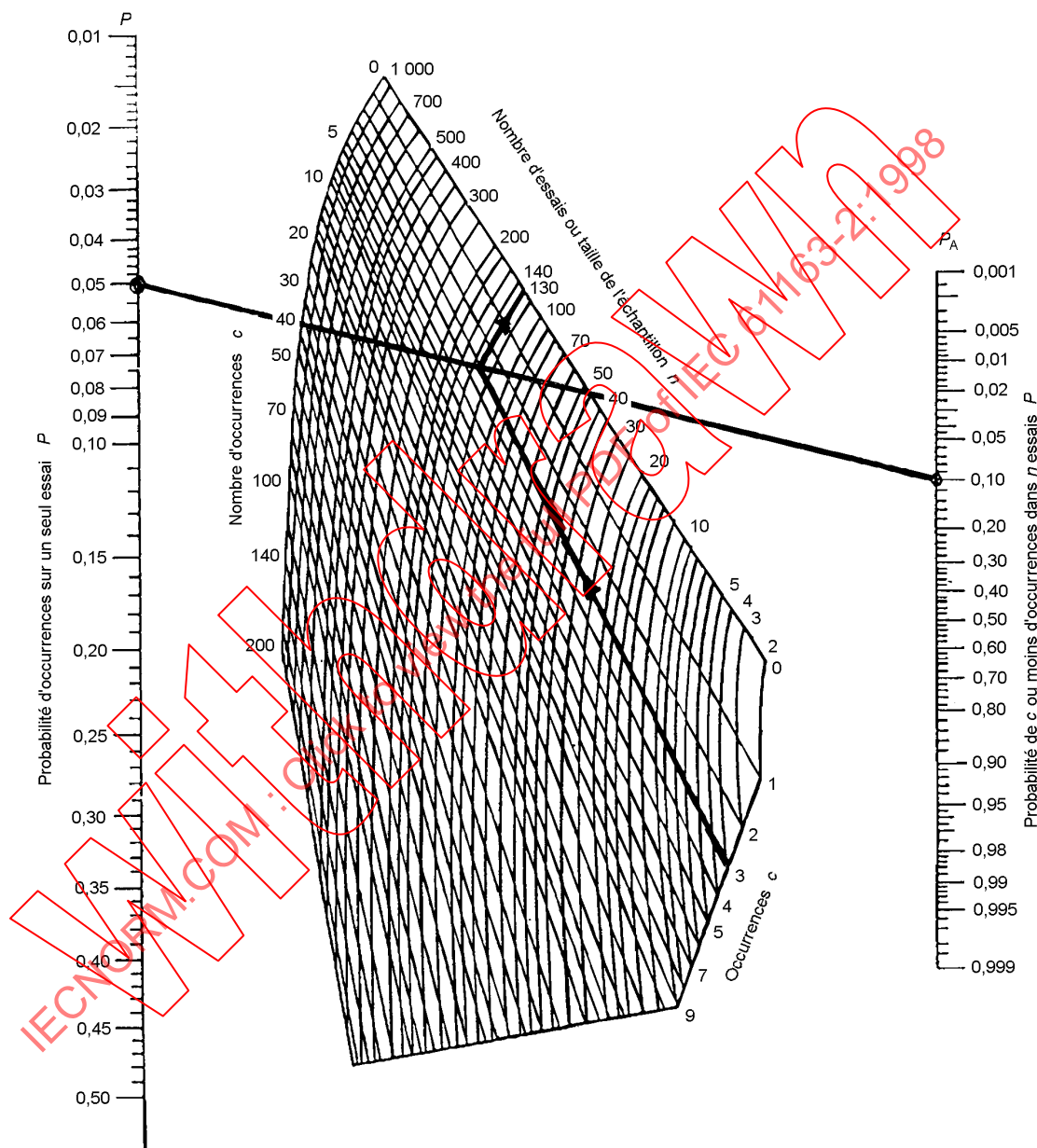
B.1 Symbols

α	constant
β	parameter, determines the shape of the distribution
η	parameter, also called characteristic lifetime
A	constant
C	voltage acceleration factor in ångströms per volt (Å/V)
D	self-diffusion coefficient, $D = D_0 \times \exp(-E_A/k_B T)$, in square centimetres per second (cm ² /s)
d_{ox}	thickness of oxide in ångströms (Å)
E_A	activation energy in electron-volts (eV)
f_1	cycling frequency at use conditions
f_2	cycling frequency at screen conditions
$F(t)$	distribution function of failures
G_1	factor, dependent on the maximum temperature $T_{max,1}$ (use conditions)
G_2	factor, dependent on the maximum temperature $T_{max,2}$ (screen conditions)
H_1	reference level of humidity
H_2	screen level of humidity
i	failure number
J_1	reference current density in amperes per square centimetre (A/cm ²)
J_2	screen current density in amperes per square centimetre (A/cm ²)
K^*	constant of proportionality
k_B	Boltzmann constant, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K
M	material constant (slope of Wöhler curve of the relevant material)
N_1	number of cycles to failure at use conditions
N_2	number of cycles to failure at screen conditions
n	sample size
n_1	constant, specific to the voltage action
n_2	constant, specific to the humidity action
p	proportion of weak components
P	probability of failure
t	operating time
t_1	time to failure at reference conditions
t_2	time to failure at screen conditions
T	absolute temperature in kelvins (K)
T_1	reference temperature in kelvins (K)
T_2	screen temperature in kelvins (K)
$T_{max,1}$	maximum temperature reached during the cycle at use conditions in kelvins (K)
$T_{max,2}$	maximum temperature reached during the cycle at screen conditions in kelvins (K)
ΔT_1	temperature range in kelvins (K) at use conditions
ΔT_2	temperature range in kelvins (K) at screen conditions
V_1	reference voltage in volts (V)
V_2	screen voltage in volts (V)
W_1	acceleration density (ASD or PSD) ³⁾ r.m.s. value for random vibration under operating conditions
W_2	acceleration density (ASD or PSD) ³⁾ r.m.s. value for random vibration under screen conditions

3) ASD: acceleration spectral density; PSD: power spectral density.

B.2 Définition d'un essai de déverminage sous contraintes

Tout d'abord, on calcule le nombre de composants à déverminer sous contraintes. Par exemple, si le niveau de composants fragiles est de 5 %, pour tracer une courbe en S significative, comme indiqué à la figure B.2, au moins quatre défaillances sont nécessaires. En supposant que la probabilité d'avoir au moins quatre défaillances est de 90 % et en utilisant le nomographe de la figure B.1, on trace une ligne depuis la valeur $P = 5 \%$ sur l'échelle de gauche au point $P = 1 - 0,9 = 0,1$ sur l'échelle de droite.



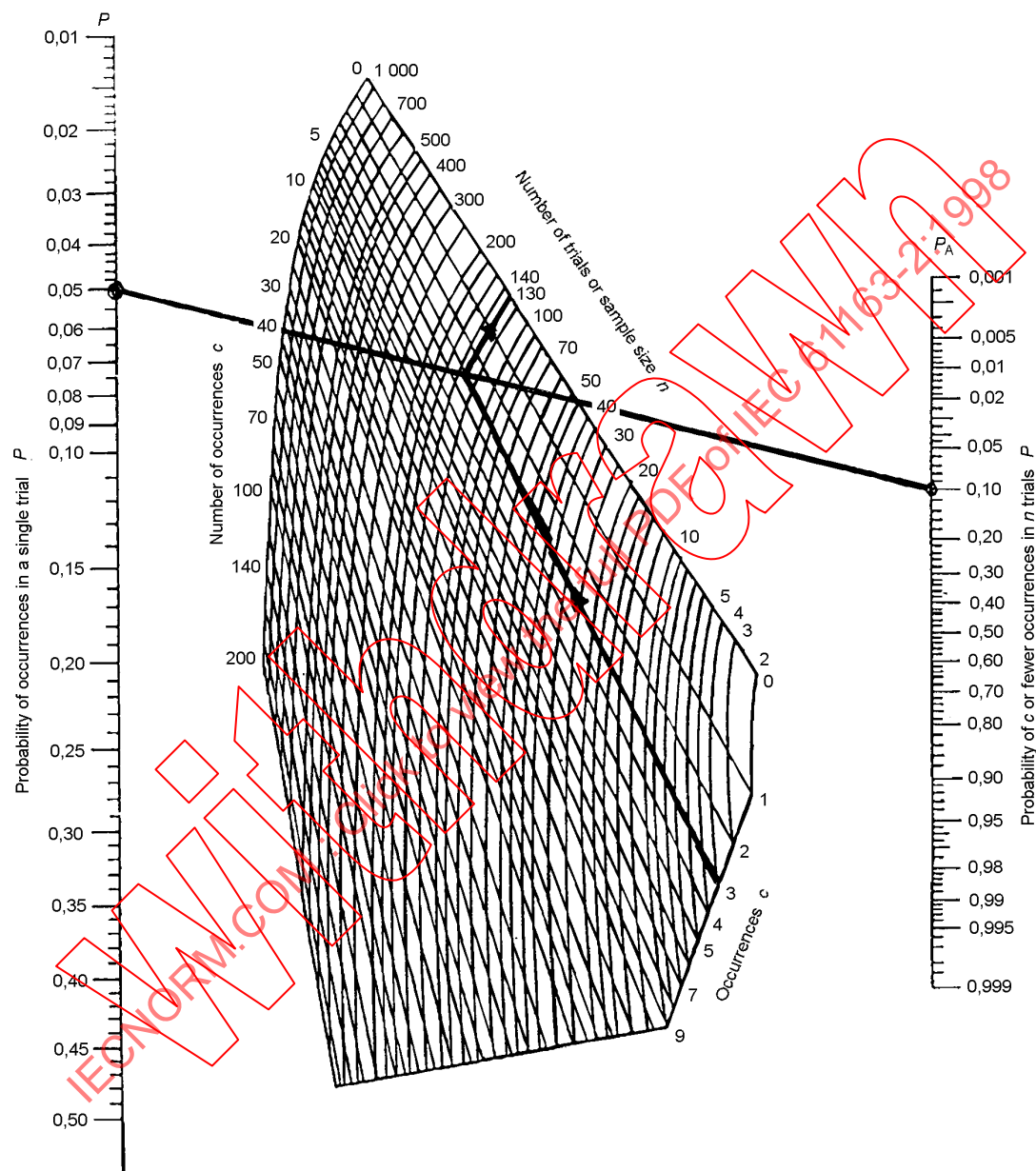
IEC 1 514/98

Figure B.1 – Nomographe des probabilités binomiales cumulées (Larson)

Puisque la probabilité $P = 0,1$ correspond à au plus trois défaillances, le point où la ligne croise la ligne de défaillance $c = 3$, au centre des courbes, est noté. Depuis ce point, on suit la ligne des tailles d'échantillon et ainsi, on lit une taille d'échantillon de $n = 130$.

B.2 Design of a reliability stress screening test

Firstly the required number of components to be used in reliability stress screening is computed. For example, if the proportion of weak components is 5 %, in order to draw a reasonable S-curve as shown in figure B.2 at least four failures are required. Assuming 90 % probability of having at least four failures and using the nomograph of figure B.1, a line is drawn from the scale to the left $P = 5 \%$ to $P = 1 - 0,9 = 0,1$ on the right-hand scale.



IEC 1 514/98

Figure B.1 – Nomograph of the cumulative binomial distribution (Larson)

Since the probability $P = 0,1$ is for three or fewer failures, the point at which the line crosses the failure line $c = 3$ in the centre curves should be noted. From this point the sample size line is followed and $n = 130$ is read as a sample size.

Cela signifie qu'il convient de déverminer au moins 130 composants pour obtenir au moins quatre défaillances avec une probabilité de 90 % lorsque le niveau de composants fragiles est de 5 %. Si le niveau de composants fragiles est plus faible, il faudra une taille d'échantillon plus importante. Par contre, si le pourcentage de composants fragiles est supérieur à 5 %, on peut utiliser un échantillon plus petit.

B.3 Analyse de Weibull

Lorsque le déverminage sous contraintes a été réalisé, les données peuvent être reportées sur un papier de distribution de probabilité. La nature de ce papier dépendra du type de distribution de défaillances observé. L'essentiel est d'être capable de tracer une ligne droite à travers les points reportés. Si une ligne droite ne peut pas être tracée, alors le papier choisi ne correspond pas à la distribution de défaillances choisie et il convient de le changer. Il existe un grand nombre de papiers normalisés de distribution de probabilité, comprenant les lois Normale, de Weibull, Log-normale, etc. L'utilisation de tout autre papier est possible pourvu qu'elle prenne en considération la distribution étudiée. Des logiciels sont disponibles pour rendre la tâche plus facile.

Le texte suivant décrit la loi de distribution de Weibull qui est la plus souvent utilisée dans les travaux de fiabilité.

Le papier de Weibull est basé sur la loi de distribution de Weibull à deux paramètres:

$$F(t) = 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right\}, \quad \eta > 0, \beta > 0$$

où

t est le temps de fonctionnement

β est un paramètre de forme de la distribution

η est un paramètre appelé caractéristique de durée de vie

Les axes du papier sont transformés de sorte que la vraie fonction de distribution de Weibull apparaisse comme une droite sur le tracé. Par conséquent, si les données peuvent être interpolées par une ligne droite, elles suivent une loi de Weibull.

Pour l'estimation de la fonction de distribution, le nombre de composants n , le nombre de défaillances observées et le temps de fonctionnement jusqu'à chaque défaillance t_i ($0 < i \leq n$) sont nécessaires.

D'abord, on écrit les défaillances ordonnées suivant le temps ou le nombre de cycles de déverminage sous contraintes depuis la première jusqu'à la dernière défaillance. Ces temps de fonctionnement, ou cycles jusqu'à chaque défaillance sont référencés par rapport à l'axe des x .

Pour les ordonnées, il est nécessaire de calculer la distribution en fréquence cumulée.

- Pour les échantillons d'une taille de 30 composants ou plus, la distribution en fréquence cumulée est calculée en termes de pourcentage avec

$$H_i = \frac{i}{n} \times 100 \%$$

où

i est le nombre de défaillances

n est la taille de l'échantillon ($n \geq 30$)

This means there should be at least 130 components in the reliability stress screening in order to get at least four failures with 90 % probability provided that the level of weak components is 5 %. If the level of weak components is lower, a higher sample size is required. If the percentage of weak components is larger than 5 %, then a smaller sample can be used.

B.3 Weibull analysis

When reliability stress screening has been performed, the data can be plotted on a distribution probability paper. The nature of this paper will depend on the type of failure distribution observed. The aim is to be able to draw a straight line through the points when plotted on the paper. If a straight line cannot be drawn, then the selected paper is not appropriate for the failure distribution and should be changed. There are a number of standard papers available including Normal, Weibull, Lognormal, etc. Application of any other probability paper is possible given a consideration of the underlying distribution. Software is available to make this task easier.

The following text describes the Weibull distribution since it is the most often used in reliability work.

Weibull probability paper is based on the two parameter Weibull distribution function:

$$F(t) = 1 - \exp \left\{ - (t/\eta)^\beta \right\}, \quad \eta > 0, \beta > 0$$

where

t is the operating time

β is a parameter which determines the shape of the distribution

η is a parameter, called the characteristic lifetime

The axes of the paper are transformed in such a way that the true Weibull distribution function plots as a straight line. Therefore, if data can be plotted in a straight line, they will fit a Weibull distribution.

In order to estimate the distribution function, the number of components in the test n , the number of failures observed and the operating time to each failure t_i ($0 < i \leq r$) are required.

First, the failures are written in sequence after the time or number of reliability stress screening cycles from the earliest failure to the last failure. These operating times, or cycles to each failure are the x co-ordinate for the plot.

For the y co-ordinate, it is necessary to compute the cumulative frequency distribution.

- For sample sizes of 30 components or more, the cumulative frequency distribution can be computed in percentage terms as

$$H_i = \frac{i}{n} \times 100 \%$$

where

i is the failure number

n the sample size ($n \geq 30$)

- Si l'échantillon est plus petit que 30, il est nécessaire de compenser la faible taille de l'échantillon. Pour cela, on utilise le rang médian comme ordonnée y . Les rangs médians peuvent être trouvés dans des tables ou calculés en utilisant l'expression suivante:

$$H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$$

La courbe des défaillances peut être tracée sur un papier de Weibull. Chaque défaillance donnera un point sur le papier. Une courbe peut être tracée, reliant les points avec les meilleures estimations possibles. Si les données suivent une distribution de Weibull, elles seront représentées par une ligne droite. Sinon, ou bien si les données suivent une distribution bimodale, elles seront représentées par une courbe. Si cette courbe a une forme en S, les données suivent probablement une distribution bimodale, comme cela est représenté à la figure B.2.

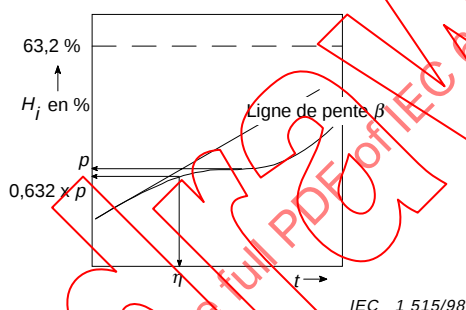


Figure B.2 – Estimation de η et β

Quand la meilleure courbe a été tracée et que le coude de la courbe a été trouvé, le pourcentage de composants fragiles p peut être trouvé comme étant l'ordonnée y du coude, c'est-à-dire le point où la courbe s'aplatit et devient plus ou moins horizontale.

On estime les paramètres Weibull de population fragile en multipliant p par 0,632. On examine alors la courbe pour relever son point d'intersection avec l'ordonnée 0,632 p . Lorsque ce pourcentage coupe la courbe, on descend verticalement sur l'axe des x , pour trouver la caractéristique de durée de vie des composants fragiles η .

Pour trouver le paramètre de forme β pour les composants fragiles, on trace une ligne qui représente la pente de la première partie de la courbe en S jusqu'au coude.

On trace la courbe des défaillances associées aux composants fragiles séparément et on lit le nombre d'heures ou de cycles de déverminage sous contraintes nécessaire pour enlever un pourcentage quelconque de composants fragiles. 90 %, 95 % ou 99 % de composants fragiles peuvent être enlevés. Sur cette ligne, on obtient une meilleure estimation de β et η .

Après l'analyse de défaillances, il peut être utile de tracer chaque mode de défaillance séparément, en utilisant la méthode des entités exclues.

Dans certains cas, il peut être souhaitable d'estimer le pourcentage des défaillances causées par le procédé de déverminage sous contraintes sur les composants robustes. Dans ce cas, il est nécessaire de déterminer les paramètres de la population robuste. Ceci peut être réalisé s'il y a au moins deux défaillances provenant de composants robustes.

- If the sample size is less than 30, it is necessary to compensate for the small sample size. For this purpose, the median rank is used as the y co-ordinate. The median ranks can be found in textbooks or can be computed using the following approximation:

$$H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$$

The failures can then be plotted on a Weibull probability paper. Each failure will result in one point on the paper. A smooth curve can then be drawn through the points using best engineering estimates. If the data is weibully distributed, a straight line will appear. If not, or if the data is bimodal, a curve will appear. If the curve is S-shaped, a bimodal distribution probably exists, as shown in figure B.2.

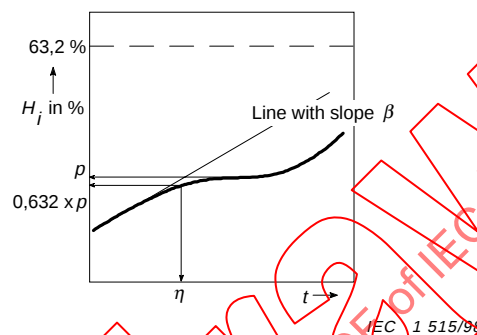


Figure B.2 – Estimation of η and β

When the best smooth curve has been drawn and the knee of the curve found, the percentage of weak components p can be found as the y co-ordinate of the knee, the point where the curve levels off and becomes more or less horizontal.

Estimate the Weibull parameters of the weak population by multiplying p by 0,632 and then examining the curve to see where this percentage intersects, go vertically down to the x axis, to find the characteristic lifetime of the weak components η .

In order to find the shape parameter β for the weak components, draw a line that represents the slope of the first part of the S-curve up to the knee.

Plot the weak failures separately and read the number of reliability stress screening hours or reliability stress screening cycles needed to remove any percentage of the weak components. 90 %, 95 % or 99 % of the weak components can be removed. Using this line a more precise estimate of β and η can be obtained.

Following the failure analysis, it can be useful to plot each failure mode separately using the method of suspended items.

In some cases, it is desirable to estimate the percentage of failures caused by the reliability stress screening process on the strong components. In this case, it is necessary to find the parameters for the strong population. This can only be done if there are at least two failures from the strong population.

Tracer la courbe des défaillances associées aux composants fragiles et la courbe des défaillances associées aux composants robustes. Dans ce cas, la taille de l'échantillon n pour les composants fragiles est égal au nombre de défaillances dues aux composants fragiles et la taille de l'échantillon de composants robustes est le reste de l'échantillon original. Pour ce tracé, il peut être nécessaire d'utiliser la méthode de Bayes pour distinguer les deux types de défaillances.

Si la courbe n'a pas une forme en S, les raisons peuvent être les suivantes:

- la durée du déverminage sous contraintes a été trop courte. Tous les composants fragiles de l'échantillon n'ont pas été précipités pendant l'essai;
- le niveau de contrainte choisi pour le déverminage sous contraintes était trop faible. Tous les composants fragiles de l'échantillon n'ont pas été précipités par l'essai;
- le niveau de contrainte du déverminage sous contraintes était trop élevé et toutes les défaillances de composants se rapportent à un mécanisme de défaillance lié à l'essai;
- il peut y avoir un certain temps sans défaillance avant la première défaillance (dans ce cas la forme de la courbe sera plus un U qu'un S);
- il peut ne pas y avoir de composants fragiles.

En cas de doute, la méthode de Bayes peut être utilisée.

Exemple

Supposons qu'un essai de déverminage sous contraintes d'un lot de $n = 23$ composants a été réalisé et que cinq défaillances ont été observées. Les rangs médians pour tracer la courbe de Weibull peuvent alors être calculés (voir tableau B.1).

Tableau B.1 – Résultats de l'essai de déverminage

Nombre de défaillances i	Temps jusqu'à défaillance t_i	Rang médian % $H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$
1	6	3,0
2	14	7,3
3	23	11,5
4	42	15,8
5	98	20,1

Plot the weak failures in one plot and the strong failures in another plot. In this case, the sample size n for the weak components is equal to the number of weak failures, and the sample size for the strong components is the rest of the original sample. For this plot, it may be necessary to use the Bayes method to distinguish between the weak and the strong failures.

If the curve does not have an S-shape, the reason may be that

- the reliability stress screening was too short. Not all weak components in the sample have failed during the test
- the stress level chosen for the reliability stress screening was too low. All the weak components in the sample have not failed in the test
- the reliability stress screening-stress level was too high, all components failed with a test related failure mechanism
- there may be some failure-free time before the first weak components fail (in this case, the shape of the curve will be more like a U than an S)
- there may be no weak components.

When in doubt, the Bayes method can be used.

Example

Assuming that a reliability stress screening test with $n = 23$ components has been carried out, and five failures have been observed. The median ranks for the Weibull plot can then be computed (see table B.1).

Table B.1 – Screening test results

Failure No. i	Time to failure t_i	Median rank % $H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$
1	6	3,0
2	14	7,3
3	23	11,5
4	42	15,8
5	98	20,1

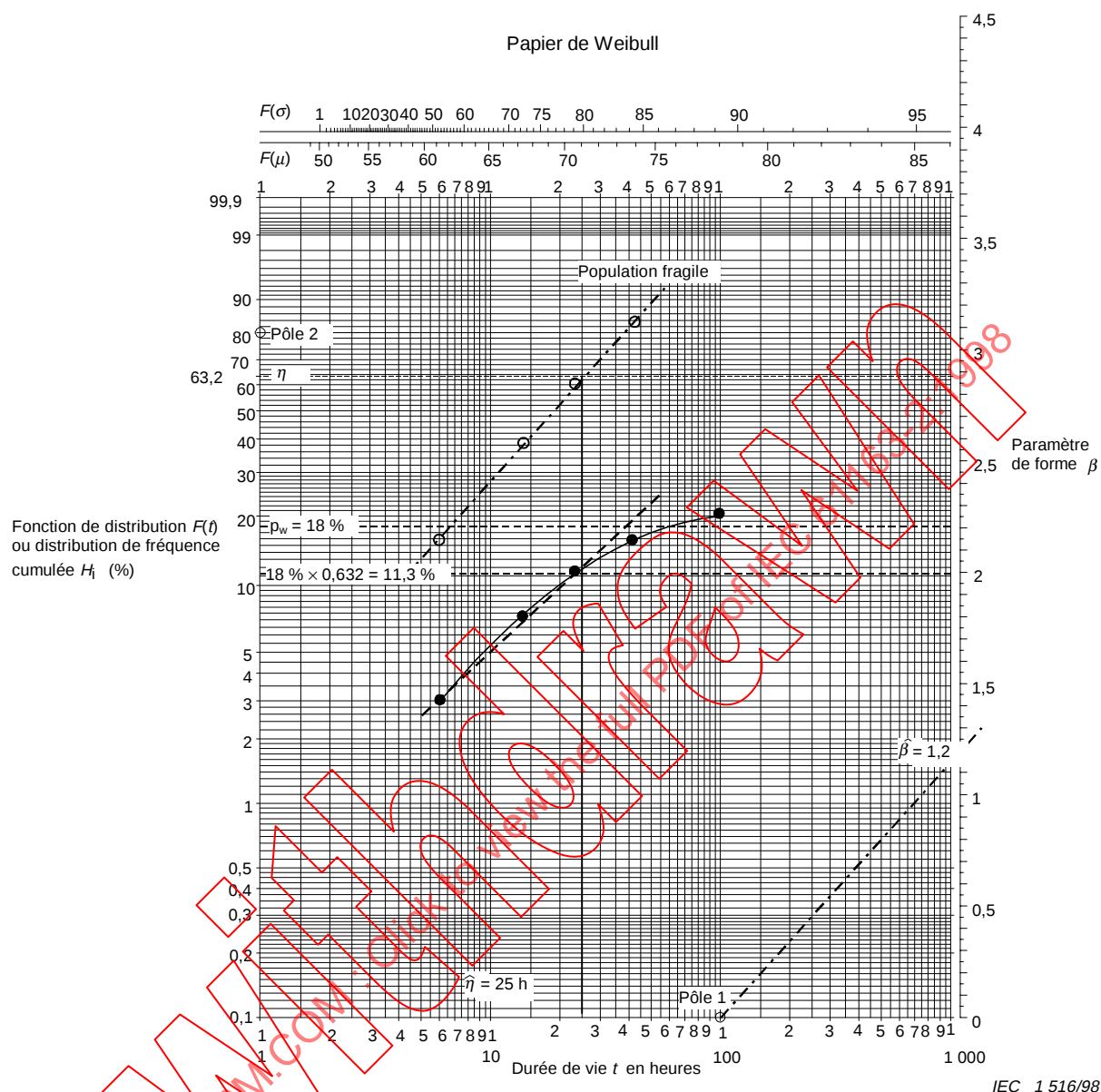


Figure B.3 – Exemple d'un tracé de Weibull

Une ligne approximative, tracée suivant les points montre que le coude de la courbe est approximativement à 18 % et cela indique que 18 % de composants fragiles sont présents dans la population. β est estimé à 1.

La caractéristique de vie η est trouvée en calculant $18\% \times 0,632 \approx 11,3\%$ et en lisant sur l'axe des x la valeur correspondant à cette ordonnée. Dans cet exemple elle est trouvée égale à 23 h.

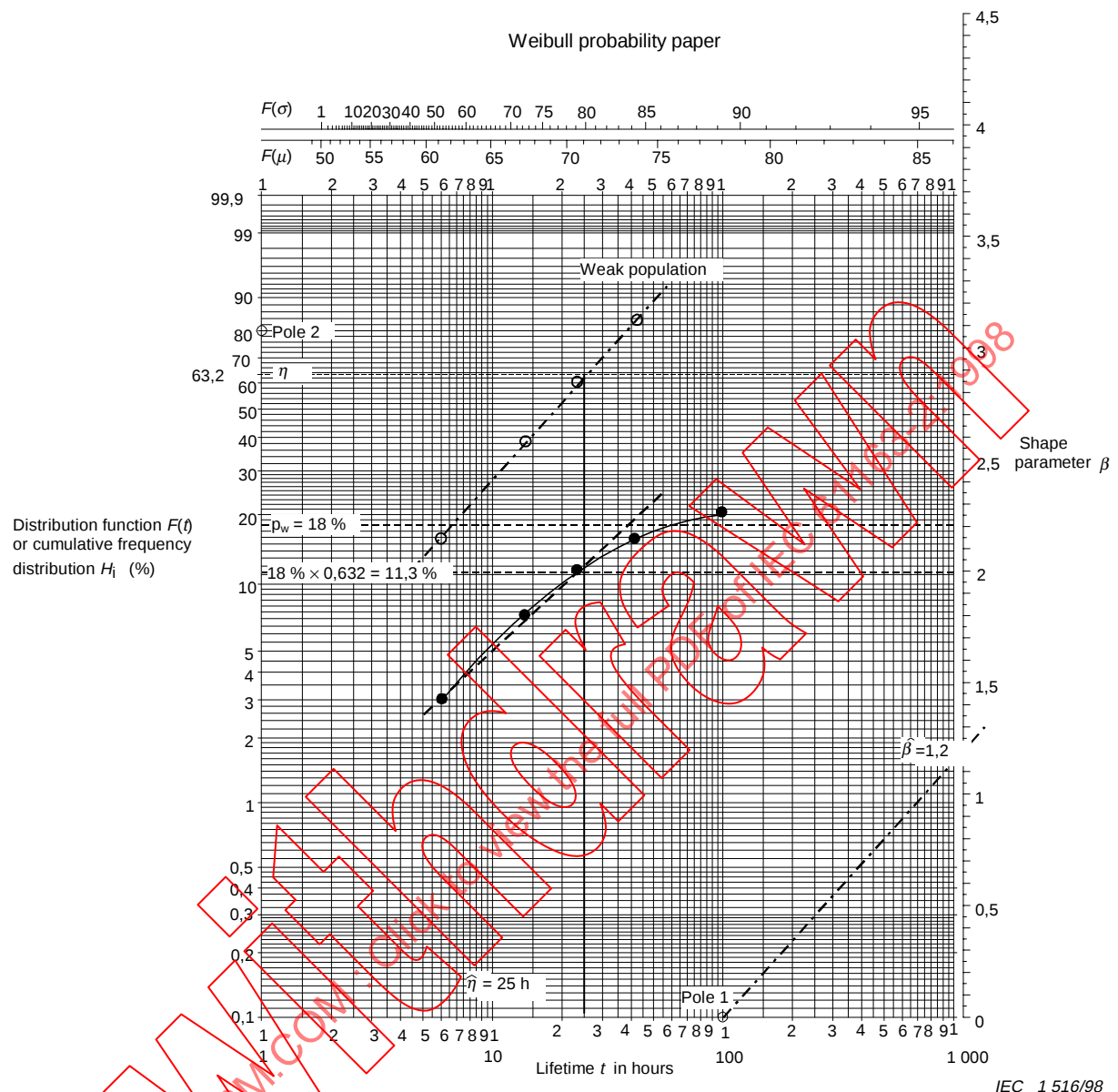


Figure B.3 – Example of a Weibull plot

A smooth line drawn through the points shows that the knee of the curve is at approximately 18 % and this indicates that 18 % weak components are present in the population. β is estimated at 1.

The characteristic life, η , is found by computing $18\% \times 0.632 \approx 11.3\%$ and then reading the x-value from the smooth curve at this ordinate. In this example it is found to be 23 h.

Pour déterminer les paramètres de la population fragile, on trace les courbes des quatre premières défaillances séparément, en utilisant les abscisses originales. Les ordonnées sont données au tableau B.2.

Tableau B.2 – Résultats de l'essai de déverminage pour la population fragile

Nombre de défaillances i	Temps jusqu'à défaillance t_i	Rang médian % $H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$
1	6	16
2	14	39
3	23	61
4	42	84

On trace une ligne droite reliant les quatre premières défaillances. La pente de cette droite est $\beta_1 \approx 1,2$. Les paramètres de Weibull pour la distribution fragile sont donc $\beta_1 = 1,2$ et $\eta_1 = 25$ h.

Cette valeur plus exacte de η_1 est déterminée à partir du tracé de la population fragile seule. Il n'est pas possible de tracer la courbe pour la population robuste, parce qu'il n'y a qu'une défaillance de composant robuste. Il est possible d'estimer le pourcentage de composants robustes dont la défaillance s'est produite à 98 h. Ainsi, on trouve 1 sur 23 – 4 = 19 composants robustes, c'est-à-dire 5,3 %.

Il est souhaitable d'enlever 99 % des composants fragiles dans l'essai et alors de reporter seulement les composants faibles. La durée optimale de déverminage sous contraintes sera de 90 h. Comme ce temps est plus faible que 98 h, la probabilité de rendre défaillant un composant robuste est beaucoup moins que 5,3 %. Une bonne estimation, conservatrice, basée sur un taux de défaillance constant, sera de $(90/98) \times 5,3 \% = 4,9 \%$.

B.4 Equations pour calculer les facteurs d'accélération

Il est difficile de calculer les facteurs d'accélération pour un processus de déverminage sous contraintes. C'est pourquoi on utilise des méthodes statistiques qui sont indépendantes du facteur d'accélération. Les équations suivantes peuvent être utilisées pour estimer le facteur d'accélération d'un processus de déverminage sous contraintes en vue de choisir la durée de l'optimisation des contraintes de déverminage sous contraintes initiales.

Il convient que les formules de lois d'accélération proposées soient utilisées avec précaution. Les constantes sont fonction des caractéristiques technologiques des composants et peuvent varier dans de grandes proportions. Avant d'utiliser ces équations, une vérification attentive est nécessaire pour s'assurer que ces équations sont utilisables dans la situation étudiée. Les constantes utilisées dans les équations peuvent être trouvées dans des manuels ou obtenues empiriquement. Les fabricants de composants connaissent les valeurs des constantes pour les composants qu'ils fabriquent et, autant que possible, il convient d'utiliser ces valeurs.

Dans beaucoup de cas, on se trouve en présence de plusieurs mécanismes de défaillances et, malheureusement, la combinaison de ces mécanismes de défaillance varie avec la température absolue. Cela signifie que toute moyenne d'énergie d'activation sera fonction de la température et qu'utiliser une telle moyenne peut conduire à des résultats incorrects. Aussi, il est nécessaire de réaliser les calculs successivement pour chaque mécanisme de défaillance rencontré.

In order to calculate the parameters of the weak population, the first four failures are plotted separately using the original x co-ordinates, however the y co-ordinates are given in table B.2.

Table B.2 – Screening test results for weak populations

Failure No. i	Time to failure t_i	Median rank % $H_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%$
1	6	16
2	14	39
3	23	61
4	42	84

The straight line drawn through the first four failures shows that the slope of this line is $\beta_1 \approx 1,2$. The Weibull parameters for the weak distribution are therefore $\beta_1 = 1,2$ and $\eta_1 = 25$ h.

This more exact η_1 is found on the plot of the weak population alone. It is not possible to draw the curve for the strong population since there is only one strong failure. It is possible to estimate the percentage of strong components that have failed at 98 h to be 1 out of $23 - 4 = 19$ strong components, i.e. 5,3 %.

It is desirable to remove 99 % of the weak components in the test and, therefore to, plot the weak components alone. The optimum duration of the reliability stress screening process will be 90 h. Since this time is lower than 98 h, the probability of a strong component failing is much less than 5,3 %. A good conservative estimate assuming constant failure intensity will be $(90/98) \times 5,3 \% = 4,9 \%$.

B.4 Equations for computing acceleration factors

It is difficult to compute the acceleration factors for a reliability stress screening process. Therefore, statistical methods are used that are independent of the acceleration factor. To estimate the acceleration factor of the reliability stress screening process in order to choose the duration of the initial stress screening optimization, the following equations can be used.

The proposed acceleration formulae should be used carefully. The constants in the equations depend on the technological characteristics of the components and can vary by a large amount. Before using these equations, careful checks to ensure that the equations are applicable to the situation under scrutiny are required. The constants used in the equations can be found in some data books or can be obtained empirically from experiment. The component manufacturers will often know the constants values for the components they manufacture and these values should be used whenever possible.

In most cases more than one failure mechanism will be present and unfortunately the mixture of these mechanisms will vary with the absolute temperature. This means that any average activation energy will be temperature dependent and using an average value may lead to incorrect results. Therefore it is necessary to perform any calculations for each failure mechanism in turn.

B.4.1 Facteur d'accélération en température

La loi d'Arrhenius permet d'estimer le facteur d'accélération provoqué par une élévation de température. En raison de la rapidité des réactions chimiques à haute température, un petit nombre d'heures à haute température est équivalent à un grand nombre d'heures à basse température.

L'équation pour le facteur d'accélération t_1/t_2 (proportion entre le temps à la température de référence T_1 et le temps à la température de contrainte T_2) s'écrit:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\}$$

où

T_1 est la température de référence, en kelvins (K)

T_2 est la température de contrainte, en kelvins (K)

E_A est l'énergie d'activation, en électronvolts (eV)

k_B est la constante de Boltzmann, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

B.4.2 Facteur d'accélération en vibration

Pour calculer le facteur d'accélération pour une contrainte en vibration aléatoire spécifiée ASD ou PSD, on utilise l'équation suivante:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^M$$

où

τ_1 est la durée des vibrations en utilisation ou dans les conditions de transport

τ_2 est la durée des vibrations aléatoires sous contraintes

W_1 est la densité d'accélération (ASD ou PSD), pour la vibration aléatoire en utilisation

W_2 est la densité d'accélération (ASD ou PSD), pour la vibration aléatoire sous contraintes.

M est la constante du matériau (pente de la courbe de Wöhler du matériau considéré); la valeur typique pour le métal est 4, valeur qui peut aussi être utilisée pour les équipements électroniques

Si cette équation est utilisée pour des vibrations sinusoïdales, W représente la valeur crête en g , et on prend $M = 6$ dans le cas général de l'électronique et $M = 2,5$ dans le cas de cartes électroniques.

Si les niveaux de vibration sont définis en valeurs efficaces, on utilise l'équation suivante:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \left(\frac{W_{r2}}{W_{r1}} \right)^{2M}$$

où

W_{r1} est la valeur efficace de la vibration aléatoire en utilisation

W_{r2} est la valeur efficace de la vibration aléatoire sous contraintes

B.4.1 Temperature acceleration factor

The Arrhenius equation allows the acceleration factor caused by an increased temperature to be estimated. Due to the higher rate of chemical reactions at higher temperature a small number of hours at a high temperature is equivalent to a larger number of hours at low temperature.

The equation for the acceleration factor t_1/t_2 (proportion between the time at reference temperature T_1 and the time at screen temperature T_2) reads:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\}$$

where

T_1 is the reference temperature, in kelvins (K)

T_2 is the screen temperature, in kelvins (K)

E_A is the activation energy, in electron-volts (eV)

k_B is Boltzmann constant, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

B.4.2 Vibration acceleration factor

For computing the acceleration factor for an acceleration spectral density (ASD) or power spectral density (PSD) specified random vibration, the following equation is used:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^M$$

where

τ_1 is the duration of vibration under operating or transport conditions

τ_2 is the duration of random vibration under screen conditions

W_1 is the acceleration density (ASD or PSD) for random vibration under operating conditions

W_2 is the acceleration density (ASD or PSD) for random vibration under screen conditions

M is the material constant (slope of Wöhler curve of the relevant material); the typical value is 4 for metal, which also can be used in general for electronic equipment

If this equation is used for calculations for sinusoidal vibration, W represents peak g values and $M = 6$ in the general case for electronics and $M = 2,5$ in the case of electronic boards.

If the vibration levels are specified using root mean square (r.m.s.) values, the following equation is used:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \left(\frac{W_{r2}}{W_{r1}} \right)^{2M}$$

where

W_{r1} is the r.m.s. value for random vibration under operating conditions

W_{r2} is the r.m.s. value for random vibration under screen conditions

B.4.3 Facteur d'accélération en tension

Spécialement pour les composants de technologie MOS, où les défauts d'oxyde sont prépondérants, le facteur d'accélération en tension est donné par:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{C}{d_{ox}} (V_2 - V_1) \right\}$$

où

C est le facteur d'accélération en tension, en ångströms par volt (Å/V)

d_{ox} est l'épaisseur d'oxyde, en ångströms (Å)

V_1 est la tension de référence, en volts (V)

V_2 est la tension de contrainte, en volts (V)

B.4.4 Facteur d'accélération en courant

L'effet du courant est décrit par la formule suivante:

$$\frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{J_2}{J_1} \right)^n \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\}$$

où

J_1 est la densité de courant de référence, en ampères par centimètre carré (A/cm²)

J_2 est la densité de courant de contrainte, en ampères par centimètre carré (A/cm²)

n est un paramètre, $1 \leq n \leq 3$

E_A est l'énergie d'activation, en électronvolts (eV)

k_B est la constante de Boltzmann, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

T_1 est la température de référence, en kelvins (K)

T_2 est la température de contraintes, en kelvins (K)

Cette formule est basée sur les caractéristiques de l'électromigration.

B.4.5 Facteur d'accélération pour la fatigue

Le facteur d'accélération pour la fatigue est donné par:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^\alpha \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)^\beta \frac{G_1(T_{max,1})}{G_2(T_{max,2})}$$

où

N_1 est le nombre de cycles jusqu'à défaillance dans les conditions d'utilisation

N_2 est le nombre de cycles jusqu'à défaillance sous contraintes

f_1 est la fréquence de cyclage dans les conditions d'utilisation

f_2 est la fréquence de cyclage sous contraintes

α est une constante

β est une constante

ΔT_1 est la gamme de températures dans les conditions d'utilisation, en kelvins (K)

ΔT_2 est la gamme de températures sous contraintes, en kelvins (K)

G_1 est un facteur, dépendant de la température maximale $T_{max,1}$ (conditions d'utilisation)

G_2 est un facteur, dépendant de la température maximale $T_{max,2}$ (conditions sous contraintes)

$T_{max,1}$ est la température maximale atteinte pendant le cycle dans les conditions d'utilisation

$T_{max,2}$ est la température maximale atteinte pendant le cycle sous contraintes

B.4.3 Voltage acceleration factor

Specially for MOS components, where the oxide defects are preponderant, the acceleration is described by:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{C}{d_{\text{ox}}} (V_2 - V_1) \right\}$$

where

C is the voltage acceleration factor, in ångströms per volt (Å/V)

d_{ox} is the thickness of oxide, in ångströms (Å)

V_1 is the reference voltage, in volts (V)

V_2 is the screen voltage, in volts (V)

B.4.4 Current acceleration factor

The effect of the current is described by the following formula:

$$\frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{J_2}{J_1} \right)^n \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\}$$

where

J_1 is the reference current density, in amperes per square centimetre (A/cm²)

J_2 is the screen current density, in amperes per square centimetre (A/cm²)

n is a parameter, $1 \leq n \leq 3$

E_A is the activation energy, in electron-volts (eV)

k_B is the Boltzmann constant, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

T_1 is the reference temperature, in kelvins (K)

T_2 is the screen temperature, in kelvins (K)

This formula is based on the characteristics of electromigration.

B.4.5 Fatigue acceleration factor

The acceleration factor for fatigue is given as

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^\alpha \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)^\beta \frac{G_1(T_{\text{max},1})}{G_2(T_{\text{max},2})}$$

where

N_1 is the number of cycles to failure at use conditions

N_2 is the number of cycles to failure at screen conditions

f_1 is the cycling frequency at use conditions

f_2 is the cycling frequency at screen conditions

α is a constant

β is a constant

ΔT_1 is the temperature range at use conditions, in kelvins (K)

ΔT_2 is the temperature range at screen conditions, in kelvins (K)

G_1 is a factor, dependent on the maximum temperature $T_{\text{max},1}$ (use conditions)

G_2 is a factor, dependent on the maximum temperature $T_{\text{max},2}$ (screen conditions)

$T_{\text{max},1}$ is the maximum temperature reached during the cycle at use conditions

$T_{\text{max},2}$ is the maximum temperature reached during the cycle at screen conditions

B.4.6 Facteur d'accélération pour plusieurs contraintes

La loi d'Arrhénius ne prend en compte que la température. Pour considérer en même temps d'autres contraintes, il est nécessaire d'utiliser le modèle d'Eyring. L'équation du modèle d'Eyring peut être utilisée sous la forme suivante:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{n_1} \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{n_2}$$

où

T_1 est la température de référence, en kelvins (K)

T_2 est la température de contrainte, en kelvins (K)

E_A est l'énergie d'activation, en électronvolts (eV)

k_B est la constante de Boltzmann, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

V_1 est la tension de référence, en volts (V)

V_2 est la tension de contrainte, en volts (V)

n_1 est une constante, spécifique à l'effet de la tension

H_1 est le niveau de référence en humidité

H_2 est le niveau de contrainte en humidité

n_2 est une constante, spécifique à l'action de l'humidité

B.4.6 Multiple stresses acceleration factor

The Arrhenius model is dedicated to temperature. To take into account other stresses simultaneously, it is necessary to use the Eyring model. The Eyring model equation can be used in the following form:

$$\frac{t_1}{t_2} = \exp \left\{ \frac{E_A}{k_B} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right\} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{n_1} \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{n_2}$$

where

T_1 is the reference temperature, in kelvins (K)

T_2 is the screen temperature, in kelvins (K)

E_A is the activation energy, in electron-volts (eV)

k_B is the Boltzmann constant, $k_B = 8,617 \times 10^{-5}$ eV/K

V_1 is the reference voltage, in volts (V)

V_2 is the screen voltage, in volts (V)

n_1 is a constant, specific to the voltage action

H_1 is the reference level of humidity

H_2 is the screen level of humidity

n_2 is a constant, specific to the humidity action

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61163-2:1998
 Withdawn

Annexe C (informative)

Exemples d'applications des processus de déverminage sous contraintes

Les exemples donnés dans cette annexe représentent différents cas de déverminage sous contraintes pour différentes familles de composants. Ce sont tous des cas fictifs.

C.1 Semi-conducteurs de puissance

Des propriétés typiques de cette famille de composants sont une forte dissipation, une haute température de jonction, une large gamme de températures, de forts courants, des exigences de faiblesse et de stabilité pour la tension directe de saturation et des puces de grandes dimensions. Cela signifie des exigences fortes sur la conception thermique de ces composants.

Les types de composants couverts sont les thyristors, les MOSFET de puissance, les transistors de puissance bipolaire, les SCR, les triacs, etc. Certains de ces types de composants sont très sensibles aux surcharges électriques (ESD ou EOS) et il convient que ce paramètre soit pris en considération lors de la décision de réaliser ou non le déverminage sous contraintes.

Il convient que le déverminage sous contraintes soit défini en relation avec les informations données dans cette méthode pour chaque type de composant soumis au déverminage sous contraintes, et également en prenant en considération l'application et le but du déverminage.

Exemple: Transistor de puissance silicium bipolaire (standard, composant du catalogue)

- *Nécessité de déverminer sous contrainte le composant*

L'utilisation de ce composant requiert un temps de conduction de 0,5 μ s et un temps de blocage de 1,0 μ s à $I_C = 2$ A. La feuille de données du composant fournit ces temps pour une valeur typique de $I_C = 5$ A. L'utilisation de ce type de composants, avec des performances spéciales en termes de commutation (réponse impulsionnelle), donne à l'équipement d'excellentes performances et une place compétitive sur le marché.

- *Etablir le contact entre les deux parties impliquées*

Le fabricant de composants ne peut donner aucun avis sur le résultat attendu du déverminage sous contraintes et il n'y a personne d'autre qui puisse réaliser cette sorte de sélection. Il ne désire pas réaliser le déverminage sous contraintes étant donné que la quantité demandée est trop faible et qu'aucune disposition spéciale en cours de fabrication pour augmenter la proportion de bons composants n'est possible pour des raisons techniques.

Le temps de réponse diminue lorsque la température augmente. Le coefficient de température n'est pas bien défini. Comme le paramètre n'est pas mesuré à l'essai final et n'a pas été mesuré pendant les essais génériques, il n'est pas possible de prévoir avec certitude la stabilité dans le temps.

Le fabricant de composants n'accepte pas les rejets pour des composants ayant des paramètres en dehors des critères d'utilisation. Les rejets ne sont acceptés que si les paramètres spécifiés sont en dehors des limites spécifiées par le fabricant.

- *Identifier les défauts et les modes de défaillance possibles pour chaque composant*

Cette étape n'est pas applicable à ce cas de déverminage sous contraintes.

Annex C (informative)

Examples of applications of reliability stress screening processes

Examples given in this annex represent different reliability stress screening cases and component families. They are all fictional.

C.1 Power semiconductors

Typical properties for this component family are a high dissipation, a high junction temperature, a large temperature range, high currents, requirements on low and stable saturation forward voltage and large chips. This means that there are high demands on the thermal design.

Types of components covered are thyristors, power MOSFETs, power bipolar transistors, SCRs, triacs, etc. Some of the component types in this category are very sensitive to electrical overstress (ESD or EOS) and this should be taken into consideration as one parameter for the decision whether or not to perform reliability stress screening.

The reliability stress screening should be designed according to information given in this method individually for each component type which is to be subjected to reliability stress screening and also taking the application and the aim of the reliability stress screening into consideration.

Example: Bipolar silicon power transistor (standard catalogue component)

- *Necessity for the component screen*

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 and it will be competitive on the market.

- *Establish contact between the two parties involved*

The component manufacturer 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 to increase the ratio of good components is not possible for technical reasons.

The 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 type tests, nothing can be predicted about the stability over time with certainty.

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

- *Identify the possible flaws and failure modes for each component*

This step is not applicable for this reliability stress screening case.

- *Choisir les types, les niveaux et les séquencements des contraintes à utiliser pour provoquer les défaillances*

D'après les contacts avec le fournisseur, il est évident qu'il convient d'effectuer le déverminage en mesurant les temps de réponse à basse température et aussi après un certain temps de déverminage sous contraintes à haute température. La mesure sera réalisée avec $I_C = 2$ A et les autres paramètres, y compris V_{CC} , aux valeurs usuelles de l'application. Le déverminage sous contraintes à haute température sera réalisé à la puissance spécifiée.

La plus haute température ambiante, aux endroits des dispositifs dans l'équipement est mesurée sur les prototypes et est calculée comme étant 70 °C, ce qui est plus faible que la valeur spécifiée de 125 °C. Il convient que la puissance spécifiée maximale soit appliquée durant le déverminage sous contraintes pour augmenter la température de jonction et le facteur d'accélération. La température ambiante la plus basse spécifiée est 0 °C et il convient donc que la mesure soit réalisée à cette température.

Il est utile de connaître les coefficients de température des paramètres ainsi que leur stabilité dans le temps. Aussi, les étapes de base suivantes sont réalisées préalablement:

- mesure et enregistrement des paramètres à la température ambiante de 0 °C,
- mesure et enregistrement des paramètres à la température ambiante,
- déverminage sous contraintes à haute température à 125 °C,
- mesure et enregistrement des paramètres à la température ambiante.

Il convient cependant de garder à l'esprit que, si le coefficient de température et la stabilité peuvent être assurés, la séquence peut être réduite à la seule mesure à la température ambiante. Il est alors décidé de ne pas acheter un ensemble complet de matériel de déverminage et d'essai avant qu'un déverminage sous contraintes soit réalisé.

- *Déterminer la durée du processus de déverminage sous contraintes*

Il convient que cette durée soit assez longue pour assurer la stabilité du paramètre pendant la durée de vie prescrite de l'équipement. Pour l'application en question, elle est calculée, en utilisant le profil de vie prévu pour l'équipement et les formules d'accélération données à l'annexe B, pour que la durée de vie demandée soit équivalente à 1 000 h à une température ambiante de 125 °C. Il est alors décidé de réaliser un déverminage sous contraintes initial suivant la séquence de base pour trouver la stabilité en température et l'influence de la température. Des mesures intermédiaires seront réalisées à 100 h, 200 h et 500 h à la température ambiante.

- *Analyser mathématiquement les résultats de l'essai initial*

Les résultats du déverminage sous contraintes montrent que:

- la stabilité des paramètres est généralement bonne (entre ± 10 % pour des valeurs à 3σ), mais l'un des lots a présenter une dérive importante, supérieure à 100 % après 100 h pour 50 % de la population. La dérive après 1 000 h, supérieure à 100 %, affectait 90 % de la population,
- le coefficient de température est généralement très faible ainsi que la dispersion individuelle. Cela peut être résolu par une légère réduction des critères d'acceptation à, respectivement, 0,4 μ s et 0,9 μ s.

- *Réaliser l'analyse des défaillances*

Une analyse des défaillances a été réalisée et des problèmes de contamination ont été trouvés.

- *Select stress types, stress levels and stress sequence to be used in order to precipitate failures*

From the contact with the component manufacturer it is obvious that the screening should be performed by measuring the pulse response times at a low temperature and also after some time at the high temperature operation screening. 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 devices location in the equipment is measured in prototypes and calculated to be 70 °C, this is lower than the specification value of 125 °C. The specified maximum power should be applied during screening to raise the junction temperature and increase the acceleration. The specified lowest ambient temperature is 0 °C and the measurement should therefore be performed at this temperature.

It is of 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:

- measurement and logging of the parameters at 0 °C ambient temperature,
- measurement and logging of the parameters at room temperature,
- high temperature operation screening at 125 °C,
- measurement and logging of the parameters at room temperature.

It should however, be kept in mind that, if the temperature coefficient and the stability could 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.

- *Determine the duration of the reliability stress screening process*

The duration should be long enough to assure the stability of the parameter during the required life of the equipment. For the current application, it is calculated, using the expected operation profile for the equipment and acceleration formulae given in annex B, so that the required life corresponds to 1 000 h at 125 °C ambient temperature. It is then decided to perform an initial test screening according to the baseline sequence to possibly find the stability and the influence of the temperature. Intermediate measurement at room temperature will be performed at 100 h, 200 h and 500 h.

- *Mathematically analyze initial test results*

The results of the reliability stress screening test show that:

- the stability of the parameters is generally good (within ± 10 % as 3 σ values), but one batch had a large drift, higher than 100 % after 100 h for 50 % of the population. The drift after 1 000 h was higher than 100 % for 90 % of the population,
- the temperature coefficient is generally very low, the individual spread is also very low. It can be taken care of by a further small reduction of the acceptance criteria, to 0,4 μ s and 0,9 μ s respectively.

- *Perform failure analysis*

Failure analysis was performed and contamination problems were found.