IEC 62429

Edition 1.0 2007-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Reliability growth – Stress testing for early failures in unique complex systems

Croissance de fiabilité – Essais de contraintes pour révéler les défaillances précoces d'un système complexe et unique

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 03.120.01; 03.120.99

ISBN 2-8318-9427-1

CONTENTS

FOREWORD 4

1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms, definitions, abbreviations and symbols 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Acronyms 9
3.3 Symbols 9
4 General 10
5 Planning and performing a reliability growth test 13
5.1 Step 1 – Should a reliability growth test be used? 13
5.2 Step 2 – Failure definitions and data collection 13
5.3 Step 3 – Stress levels 14
5.3.1 General 14
5.3.2 Increased operating load 14
5.3.3 Increased environmental stress 15
5.4 Step 4 – Failure analysis and classification of failures 15
5.4.1 General 15
5.4.2 Relevant failures 16
5.4.3 Non-relevant failures 17
5.5 Step 5 – Stop criteria 17
5.5.1 General 17
5.5.2 Method 1 – Fixed testing programs 17
5.5.3 Method 2 – Graphical analysis 18
5.5.4 Method 3 – Success ratio test 19
5.5.5 Method 4 – Estimation of reliability 21
5.5.6 Method 5 – Comparison with acceptable instantaneous failure intensity 22
5.5.7 Method 6 – Estimation of remaining latent faults 24
5.5.8 Method 7 – Reliability indicator testing 24
5.6 Step 6 – Verification of repairs and reliability growth 25
5.7 Step 7 – Reporting and feedback 26

Annex A (informative) Practical example of method 3 – Success ratio test 27
Annex B (informative) Practical example of method 5 – Comparison with acceptable instantaneous failure intensity 28
Annex C (informative) Practical example of method 6 – Estimation of remaining latent faults 31

Bibliography 33

Figure 1 – The bathtub curve 12
Figure 2 – Evaluating whether the cumulative failure curve has levelled out 18
Figure 3 – Method 2 19
Figure B.1 – A reliability growth plot of the data from Table B.1 29

Table 1 – Probability that a system with failure probability of 0,001 will pass N successive tests 21
Table 2 – Probability that a system with failure probability of 0,000 001 will pass N successive tests 21
Table 3 – Correct and incorrect decisions using reliability indicators 25
Table B.1 – Reliability growth and stopping times for the practical example 28
Table C.1 – Determining when to stop the test 32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RELIABILITY GROWTH – STRESS TESTING FOR EARLY FAILURES IN UNIQUE COMPLEX SYSTEMS

FOREWORD

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

International Standard IEC 62429 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/1232/FDIS	56/1249/RVD

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

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

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

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

RELIABILITY GROWTH – STRESS TESTING FOR EARLY FAILURES IN UNIQUE COMPLEX SYSTEMS

1 Scope

This International Standard gives guidance for reliability growth during final testing or acceptance testing of unique complex systems. It gives guidance on accelerated test conditions and criteria for stopping these tests. “Unique” means that no information exists on similar systems, and the small number of produced systems means that information deducted from the test has limited use for future production.

This standard concerns reliability growth of repairable complex systems consisting of hardware with embedded software. It can be used for describing the procedure for acceptance testing, "running-in", and to ensure that reliability of a delivered system is not compromised by coding errors, workmanship errors or manufacturing errors. It only covers the early failure period of the system life cycle and neither the constant failure period, nor the wear out failure period. It can also be used when a company wants to optimize the duration of internal production testing during manufacturing of prototypes, single systems or small series.

It is applicable mainly to large hardware/software systems, but does not cover large networks, for example telecommunications and power networks, since new parts of such systems cannot usually be isolated during the testing.

It does not cover software tested alone, but the methods can be used during testing of large embedded software programs in operational hardware, when simulated operating loads are used.

It addresses growth testing before or at delivery of a finished system. The testing can therefore take place at the manufacturer's or at the end user's premises.

If the user of a system performs reliability growth by a policy of updating hardware and software with improved versions, this standard can be used to guide the growth process.

This standard covers a wide field of applications, but is not applicable to health or safety aspects of systems.

This standard does not apply to systems that are covered by IEC 62279[39].

2 Normative references

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

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

IEC 60300-3-5, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC 60605-2, *Equipment reliability testing – Part 2 Design of test cycles*

IEC 61163-1:2006, *Reliability stress screening – Part 1: Repairable assemblies manufactured in lots*

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

IEC 61164, *Reliability growth – Statistical test and estimation methods*

IEC 61710, *Power law model – Goodness-of-fit and estimation methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 38

1 Domaine d'application 40
2 Références normatives 40
3 Termes, définitions, abréviations et symboles 41
3.1 Termes et définitions 41
3.2 Acronymes 43
3.3 Symboles 44
4 Généralités 45
5 Planification et réalisation d'un essai de croissance de fiabilité 48
5.1 Etape 1 – Est-il recommandé d'utiliser un essai de croissance de fiabilité? 48
5.2 Etape 2 – Définitions des défaillances et recueil de données 48
5.3 Etape 3 – Niveaux de contraintes 49
5.3.1 Généralités 49
5.3.2 Augmentation de la charge en service 50
5.3.3 Augmentation des contraintes environnementales 50
5.4 Etape 4 – Analyse de défaillance et classification des défaillances 51
5.4.1 Généralités 51
5.4.2 Défaillances pertinentes 52
5.4.3 Défaillances non pertinentes 52
5.5 Etape 5 – Critères d'arrêt 52
5.5.1 Généralités 52
5.5.2 Méthode 1 – Programmes d'essais fixes 53
5.5.3 Méthode 2 – Analyse graphique 54
5.5.4 Méthode 3 – Essai de taux de succès 55
5.5.5 Méthode 4 – Estimation de fiabilité 56
5.5.6 Méthode 5 – Comparaison avec l'intensité instantanée de défaillance acceptable 57
5.5.7 Méthode 6 – Estimation des pannes latentes restantes 59
5.5.8 Méthode 7 – Essais de l'indicateur de fiabilité 60
5.6 Etape 6 Vérification des réparations et de la croissance de fiabilité 61
5.7 Etape 7 – Rapport et rétroaction 61

Annexe A (informative) Exemple pratique de la méthode 3 – Essai de taux de succès 63
Annexe B (informative) Exemple pratique de la méthode 5 – Comparaison avec l'intensité instantanée de défaillance acceptable 64
Annexe C (informative) Exemple pratique de la méthode 6 – Estimation des pannes latentes restantes 67

Bibliographie 69

Figure 1 – Courbe en baignoire 47
Figure 2 – Evaluation de la hausse ou de la baisse de la courbe de défaillance cumulée 54
Figure 3 – Méthode 2 54
Figure B.1 – Tracé de croissance de fiabilité des données du Tableau B.1 65

Tableau 1 – Probabilité selon laquelle un système avec une probabilité de défaillance de 0,001 subira avec succès N essais successifs 56
Tableau 2 – Probabilité selon laquelle un système avec une probabilité de défaillance de 0,000 001 subira avec succès N essais successifs 56
Tableau 3 – Décisions correctes et incorrectes en utilisant les indicateurs de fiabilité 61
Tableau B.1 – Croissance de fiabilité et temps d'arrêt pour l'exemple pratique 64
Tableau C.1 – Détermination de l'instant où l'essai doit être arrêté 68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CROISSANCE DE FIABILITÉ – ESSAIS DE CONTRAINTES POUR RÉVÉLER LES DÉFAILLANCES PRÉCOCES D'UN SYSTÈME COMPLEXE ET UNIQUE

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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 62429 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1232/FDIS	56/1249/RVD

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

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

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

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

CROISSANCE DE FIABILITÉ – ESSAIS DE CONTRAINTES POUR RÉVÉLER LES DÉFAILLANCES PRÉCOCES D'UN SYSTÈME COMPLEXE ET UNIQUE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des recommandations applicables à la croissance de fiabilité au cours des essais finaux ou des essais d'acceptation d'un système complexe et unique. Elle donne des indications relatives aux conditions d'essais accélérés et des critères pour l'arrêt de ces essais. « Unique » signifie qu'aucune information n'existe sur des systèmes similaires, et le faible nombre de systèmes produits implique que les informations déduites des essais seront un usage limité pour une production future.

La présente norme concerne la croissance de fiabilité de systèmes complexes réparables composés de matériels incorporant des logiciels embarqués. Elle peut être utilisée pour décrire la procédure pour les essais d'acceptation, « le rodage », et pour s'assurer que la fiabilité d'un système fourni n'est pas compromise par des erreurs de codage, des erreurs de qualité d'exécution ou des erreurs de fabrication. Elle ne traite que de la période de défaillance précoce du cycle de vie du système et pas de la période de défaillance constante, ni de la période de défaillance par usure. Elle peut aussi être utilisée lorsqu'une entreprise veut optimiser la durée des essais de production interne au cours de la fabrication de prototypes, de systèmes uniques ou de petites séries.

Elle s'applique principalement aux grands systèmes matériels/logiciels, mais ne couvre pas les grands réseaux, par exemple les réseaux de télécommunications et d'alimentation, étant donné que les nouvelles parties de systèmes de ce type ne peuvent pas en général, être isolées au cours des essais.

Elle ne traite pas des logiciels soumis aux essais isolément, mais les méthodes peuvent être utilisées au cours d'essais de grands logiciels embarqués dans des matériels opérationnels, lorsque des charges en service simulées sont utilisées.

Elle traite des essais de croissance réalisés avant ou lors de la livraison d'un système fini. Les essais peuvent par conséquent avoir lieu dans les locaux du fabricant ou de l'utilisateur final.

Si l'utilisateur d'un système traite la croissance de fiabilité par une politique de mise à jour des matériels et des logiciels avec des versions améliorées, la présente norme peut être utilisée en tant que lignes directrices dans le processus de croissance.

La présente norme couvre un large champ d'applications, mais n'est pas applicable aux aspects sanitaires ou de sécurité des systèmes.

La présente norme ne s'applique pas aux systèmes couverts par la CEI 62279[39].

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60300-3-5, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

CEI 60605-2, *Essai de fiabilité des équipements – Partie 2: Conception des cycles d'essai*

CEI 61163-1:2006, *Déverminage sous contraintes – Partie 1: Assemblages réparables fabriqués en lots*

CEI 61163-2 :2006, *Déverminage sous contraintes – Partie 2: Composants électroniques*

CEI 61164, *Reliability growth – Statistical test and estimation methods* (disponible seulement en anglais)

CEI 61710, *Modèle de loi en puissance – Test d'adéquation et méthodes d'estimation des paramètres*