NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61710

Première édition
First edition
2000-11

Modèle de loi en puissance – Test d'adéquation et méthodes d'estimation des paramètres

Power law model – Goodness-of-fit tests and estimation methods

© IEC 2000 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 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 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 W

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

urrently in preview, click buy full versi

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 6

Articles

1 Domaine d'application 8

2 Références normatives 8

3 Définitions 8

4 Symboles et abréviations 8

5 Modèle de loi en puissance 12

6 Prescriptions relatives aux données 12

6.1 Cas 1 – Données temporelles pour chaque défaillance à prendre en compte pour un ou plusieurs exemplaires de la même population 12

6.2 Cas 2 – Données temporelles pour les groupes de défaillances à prendre en compte pour un ou plusieurs exemplaires de la même population 16

6.3 Cas 3 – Données temporelles pour chaque défaillance à prendre en compte pour plus d'une entité réparée de populations différentes 16

7 Estimation statistique et procédures d'essai 18

7.1 Généralités 18

7.2 Estimation ponctuelle 18

7.3 Tests d'adéquation 24

7.4 Intervalles de confiance pour le paramètre de forme 28

7.5 Intervalles de confiance pour l'intensité de défaillance 34

7.6 Intervalles de prédiction pour les durées jusqu'aux défaillances futures d'une entité unique 36

7.7 Test d'égalité des paramètres de forme β_1, β_2, ... β_k 40

Annexe A (informative) Modèle de loi en puissance – Informations connexes 54

Annexe B (informative) Exemples numériques 56

B.1 Introduction 56

B.2 Exemple 1 56

B.3 Exemple 2 60

B.4 Exemple 3 66

B.5 Exemple 4 70

Bibliographie 76

urrently in preview, click buy full versi

CONTENTS

Page

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7

Clause

1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Definitions 9
4 Symbols and abbreviations 9
5 Power law model 13
6 Data requirements 13
6.1 Case 1 – Time data for every relevant failure for one or more copies from the same population 13
6.2 Case 2 – Time data for groups of relevant failures for one or more copies from the same population 17
6.3 Case 3 – Time data for every relevant failure for more than one repaired item from different populations 17
7 Statistical estimation and test procedures 19
7.1 Overview 19
7.2 Point estimation 19
7.3 Goodness-of-fit tests 25
7.4 Confidence intervals for the shape parameter 29
7.5 Confidence intervals for the failure intensity 35
7.6 Prediction intervals for the length of time to future failures of a single item 37
7.7 Test for the equality of the shape parameters $\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ 41

Annex A (informative) The power law model – Background information 55
Annex B (informative) Numerical examples 57
B.1 Introduction 57
B.2 Example 1 57
B.3 Example 2 61
B.4 Example 3 67
B.5 Example 4 71

Bibliography 77

currently in preview, click buy full version

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODÈLE DE LOI EN PUISSANCE – TEST D'ADÉQUATION ET MÉTHODES D'ESTIMATION DES PARAMÈTRES

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, spécifications techniques, 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 61710 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
56/704/FDIS	56/717/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 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de septembre 2001 a été pris en considération dans cet exemplaire.

currently in preview, click buy full version

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER LAW MODEL – GOODNESS-OF-FIT TESTS AND ESTIMATION METHODS

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 specifications, 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 61710 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/704/FDIS	56/717/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 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigenda of September 2001 have been included in this copy.

Currently in preview, click buy full version

INTRODUCTION

La présente Norme internationale décrit le modèle de loi en puissance et donne des indications étape par étape pour son utilisation. Il existe différents modèles pour décrire la fiabilité des entités réparées, le modèle de loi en puissance étant l'un des plus largement utilisés. La présente norme fournit des procédures pour l'estimation des paramètres du modèle en puissance et pour vérifier l'adéquation du modèle de loi en puissance avec les données et les intervalles de confiance pour l'intensité de défaillance et les intervalles de prédiction pour les durées jusqu'aux défaillances futures. Comme donnée de départ, il est exigé de fournir les temps d'essai auxquels les défaillances à prendre en compte se sont produites ou ont été observées pour une entité réparée ou plusieurs exemplaires de la même entité ainsi que le temps de fin de l'observation de l'entité s'il est différent de celui de la dernière défaillance. Tous les résultats obtenus correspondent au type d'entité considéré.

Quelques-unes de ces procédures peuvent nécessiter des programmes informatiques mais elles ne sont pas excessivement complexes. Cette norme présente des algorithmes pour lesquels des programmes devraient être facilement conçus.

urrently in preview, click buy full versi

INTRODUCTION

This International Standard describes the power law model and gives step-by-step directions for its use. There are various models for describing the reliability of repaired items, the power law model being one of the most widely used. This standard provides procedures to estimate the parameters of the power law model and to test the goodness-of-fit of the power law model to data; to provide confidence intervals for the failure intensity and prediction intervals for the length of time to future failures. An input is required consisting of a data set of times at which relevant failures occurred, or were observed, for a repaired item or a set of copies of the same item, and the time observation of the item was terminated, if different from the time of final failure. All output results correspond to the item type under consideration.

Some of the procedures may require computer programs, but these are not unduly complex. This standard presents algorithms from which computer programs should be easy to construct.

urrently in preview, click buy full versi

MODÈLE DE LOI EN PUISSANCE – TEST D'ADÉQUATION ET MÉTHODES D'ESTIMATION DES PARAMÈTRES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les procédures pour l'estimation des paramètres du modèle de loi en puissance en fournissant les intervalles de confiance pour l'intensité de défaillance, les intervalles de prédiction pour les défaillances futures et pour déterminer l'adéquation du modèle de loi en puissance avec les données relatives aux entités réparées.

2 Références normatives

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

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

Click buy full version

POWER LAW MODEL – GOODNESS-OF-FIT TESTS AND ESTIMATION METHODS

1 Scope

This International Standard specifies procedures to estimate the parameters of the power law model, to provide confidence intervals for the failure intensity, to provide prediction intervals for the times to future failures, and to test the goodness-of-fit of the power law model to data from repaired items.

2 Normative references

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

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

Click buy full version