

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61703

Première édition
First edition
2001-09

**Expressions mathématiques pour les termes
de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité
et de logistique de maintenance**

**Mathematical expressions for reliability,
availability, maintainability and
maintenance support terms**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61703:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**
Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**
Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:
Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**
The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**
This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**
If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:
Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61703

Première édition
First edition
2001-09

**Expressions mathématiques pour les termes
de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité
et de logistique de maintenance**

**Mathematical expressions for reliability,
availability, maintainability and
maintenance support terms**

© IEC 2001 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

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	12
4 Glossaire des symboles et abréviations	14
4.1 Entités non réparées	14
4.2 Entités réparées à temps de panne nul	16
4.3 Entités réparées à temps de panne non nul	18
5 Hypothèses	24
5.1 Remarques générales	24
5.2 Hypothèses pour entités non réparées	24
5.3 Hypothèses pour entités réparées	26
6 Expressions mathématiques	32
6.1 Entités non réparées	32
6.1.1 Présentation	32
6.1.2 Fiabilité [191-12-01]	32
6.1.3 Taux instantané de défaillance [191-12-02]	34
6.1.4 Taux moyen de défaillance [191-12-03]	36
6.1.5 Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance [191-12-07] MTTF (abréviation)	38
6.2 Entités réparées à temps de panne nul	40
6.2.1 Présentation	40
6.2.2 Fiabilité [191-12-01]	40
6.2.3 Intensité instantanée de défaillance [191-12-04]	42
6.2.4 Intensité moyenne de défaillance [191-12-05]	44
6.2.5 Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance [191-12-07] MTTF (abréviation)	46
6.2.6 Temps moyen entre défaillances [191-12-08]	46
6.2.7 Moyenne des temps de bon fonctionnement [191-12-09] MTBF (abréviation)	48
6.2.8 Temps moyen de disponibilité [191-11-11] TMD (abréviation)	48
6.3 Entités réparées à temps de panne non nul	48
6.3.1 Présentation	48
6.3.2 Fiabilité [191-12-01]	50
6.3.3 Intensité instantanée de défaillance [191-12-04]	52
6.3.4 Intensité moyenne de défaillance [191-12-05]	58
6.3.5 Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance [191-12-07] MTTF (abréviation)	60
6.3.6 Temps moyen entre défaillances [191-12-08]	62
6.3.7 Moyenne des temps de bon fonctionnement MTBF (abréviation) [191-12-09]	62
6.3.8 Disponibilité instantanée [191-11-01]	64
6.3.9 Indisponibilité instantanée [191-11-02]	66

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Glossary of symbols and abbreviations	15
4.1 Non-repaired items	15
4.2 Repaired items with zero time to restoration	17
4.3 Repaired items with non-zero time to restoration	19
5 Assumptions	25
5.1 General remarks	25
5.2 Assumptions for non-repaired items	25
5.3 Assumptions for repaired items	27
6 Mathematical expressions	33
6.1 Non-repaired items	33
6.1.1 Presentation	33
6.1.2 Reliability [191-12-01]	33
6.1.3 Instantaneous failure rate [191-12-02]	35
6.1.4 Mean failure rate [191-12-03]	37
6.1.5 Mean time to failure [191-12-07]	39
6.2 Repaired items with zero time to restoration	41
6.2.1 Presentation	41
6.2.2 Reliability [191-12-01]	41
6.2.3 Instantaneous failure intensity [191-12-04]	43
6.2.4 Mean failure intensity [191-12-05]	45
6.2.5 Mean time to failure [191-12-07]	47
6.2.6 Mean time between failures [191-12-08]	47
6.2.7 Mean operating time between failures [191-12-09]	49
6.2.8 Mean up time [191-11-11]	49
6.3 Repaired items with non-zero time to restoration	49
6.3.1 Presentation	49
6.3.2 Reliability [191-12-01]	51
6.3.3 Instantaneous failure intensity [191-12-04]	53
6.3.4 Mean failure intensity [191-12-05]	59
6.3.5 Mean time to failure [191-12-07]	61
6.3.6 Mean time between failures [191-12-08]	63
6.3.7 Mean operating time between failures [191-12-09]	63
6.3.8 Instantaneous availability [191-11-01]	65
6.3.9 Instantaneous unavailability [191-11-02]	67

6.3.10	Disponibilité moyenne [191-11-03]	68
6.3.11	Indisponibilité moyenne [191-11-04].....	70
6.3.12	Disponibilité asymptotique [191-11-05].....	72
6.3.13	Indisponibilité asymptotique [191-11-07]	74
6.3.14	Temps moyen de disponibilité [191-11-11] TMD (abréviation)	74
6.3.15	Temps moyen d'indisponibilité [191-11-12] TMI (abréviation)	76
6.3.16	Maintenabilité [191-13-01].....	78
6.3.17	Taux moyen de réparation [191-13-03].....	80
6.3.18	Durée moyenne de réparation [191-13-05] MRT (abréviation)	82
6.3.19	Durée moyenne de maintenance corrective active [191-13-07] MACMT (abréviation)	84
6.3.20	Durée moyenne de panne [191-13-08] MTTR (abréviation)	86
6.3.21	Durée moyenne du délai administratif [191-13-11] MAD (abréviation)	88
6.3.22	Durée moyenne du délai logistique [191-13-13] MLD (abréviation)	88
Annexe A (informative) Aptitudes et descripteurs		92
Annexe B (informative) Résumé des caractéristiques liées à la durée de fonctionnement avant défaillance		94
Annexe C (informative) Comparaison de quelques caractéristiques de sûreté de fonctionnement pour des entités à fonctionnement continu		98
Annexe D (informative) Sûreté de fonctionnement du logiciel		100
Bibliographie		102
Figure 1 – Exemple représentatif d'entité non réparée.....		26
Figure 2 – Exemple représentatif d'entité réparée à temps de panne nul		28
Figure 3 – Exemple représentatif d'entité réparée à temps de panne non nul		30
Figure 4 – Comparaison d'un temps de disponibilité pour une EFC et une EFI		32
Figure A.1 – Aptitudes et descripteurs.....		92
Tableau B.1 – Relations entre les caractéristiques fonctionnelles de la durée de fonctionnement avant défaillance pour une entité à fonctionnement continu		94
Tableau B.2 – Résumé des caractéristiques pour quelques lois de probabilité de la durée de fonctionnement avant défaillance de fonction d'une entité en fonctionnement continu		96
Tableau C.1 – Comparaison de quelques caractéristiques de sûreté de fonctionnement pour des entités à fonctionnement continu ayant un taux de défaillance λ et un taux de rétablissement μ_R constants		98

6.3.10 Mean availability [191-11-03]	69
6.3.11 Mean unavailability [191-11-04]	71
6.3.12 Asymptotic availability [191-11-05].....	73
6.3.13 Asymptotic unavailability [191-11-07].....	75
6.3.14 Mean up time [191-11-11]	75
6.3.15 Mean down time [191-11-12].....	77
6.3.16 Maintainability [191-13-01].....	79
6.3.17 Mean repair rate [191-13-03].....	81
6.3.18 Mean repair time [191-13-05].....	83
6.3.19 Mean active corrective maintenance time [191-13-07].....	85
6.3.20 Mean time to restoration [191-13-08].....	87
6.3.21 Mean administrative delay [191-13-11].....	89
6.3.22 Mean logistic delay [191-13-13].....	89
Annex A (informative) Performance aspects and descriptors	93
Annex B (informative) Summary of measures related to time to failure	95
Annex C (informative) Comparison of some dependability measures for continuously operating items	99
Annex D (informative) Software dependability aspects	101
 Bibliography	 103
Figure 1 – Sample realization of a non-repaired item.....	27
Figure 2 – Sample realization of a repaired item with zero time to restoration.....	29
Figure 3 – Sample realization of a repaired item with non-zero time to restoration.....	31
Figure 4 – Comparison of an up time for a COI and an IOI	33
Figure A.1 – Performance aspects and descriptors.....	93
Table B.1 – Relations among functional measures of time to failure of continuously operating items	95
Table B.2 – Summary of measures for some probability distributions of time to failure of continuously operating items	97
Table C.1 – Comparison of some dependability measures of continuously operating items with constant failure rate λ and restoration rate μ_R	99

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXPRESSIONS MATHÉMATIQUES POUR LES TERMES DE FIABILITÉ, DE DISPONIBILITÉ, DE MAINTENABILITÉ ET DE LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 61703 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
56/747/FDIS	56/771/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, B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MATHEMATICAL EXPRESSIONS FOR RELIABILITY,
AVAILABILITY, MAINTAINABILITY AND
MAINTENANCE SUPPORT TERMS**

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 61703 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/747/FDIS	56/771/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, B, C and D are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La partie 1 de la CEI 60050-191 fournit des définitions de la sûreté de fonctionnement et des facteurs qui la conditionnent, la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la logistique de maintenance, ainsi que des définitions de nombreux autres termes couramment employés dans ce domaine. Certains de ces termes désignent des caractéristiques particulières liées aux différentes aptitudes, qui peuvent être exprimées mathématiquement.

La présente norme, utilisée conjointement avec la CEI 60050-191, fournit des conseils pratiques essentiels pour l'expression quantitative de ces caractéristiques liées aux aptitudes. Pour les utilisateurs qui ont besoin d'informations complémentaires, par exemple sur le détail des méthodes statistiques, il convient de se reporter aux normes de la série CEI 60605.

L'annexe A explique, sous forme de diagramme, les relations entre certains termes mathématiques fondamentaux, les variables aléatoires associées aux aptitudes, les descripteurs et caractéristiques probabilistes.

L'annexe B présente, sous forme résumée, les caractéristiques liées à la durée de fonctionnement avant défaillance.

L'annexe C compare quelques caractéristiques de sûreté de fonctionnement pour des entités à fonctionnement continu.

L'annexe D explique certains aspects de la sûreté de fonctionnement du logiciel.

La bibliographie donne les références des ouvrages relatifs aux mathématiques de base de la présente norme.

INTRODUCTION

Part 1 of IEC 60050-191 provides definitions for dependability and its influencing factors, reliability, availability, maintainability and maintenance support, together with definitions of many other terms commonly used in this field. Some of these terms relate to specific measures of the individual performance characteristics, which can be expressed mathematically.

This standard, used in conjunction with IEC 60050-191, provides practical guidance essential for the quantification of those performance measures. For those requiring further information, for example on detailed statistical methods, reference should be made to the IEC 60605 series of standards.

Annex A provides a diagrammatic explanation of the relationships between some basic mathematical terms, related random variables, probabilistic descriptors and measures.

Annex B provides a summary of measures related to time to failure.

Annex C compares some dependability measures for continuously operating items.

Annex D explains some of the software dependability aspects.

The bibliography gives references for the mathematical basis of this standard.

EXPRESSIONS MATHÉMATIQUES POUR LES TERMES DE FIABILITÉ, DE DISPONIBILITÉ, DE MAINTENABILITÉ ET DE LOGISTIQUE DE MAINTENANCE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des expressions mathématiques pour les caractéristiques liées à la fiabilité, à la disponibilité, à la maintenabilité et à la logistique de maintenance qui sont définies dans la CEI 60050-191. Les classes d'entités suivantes sont traitées séparément dans la présente norme:

- entités non réparées;
- entités réparées à temps de panne nul;
- entités réparées à temps de panne non nul.

Pour garder aussi simples que possible les formules mathématiques, les modèles mathématiques de base suivants sont utilisés pour calculer les caractéristiques de sûreté de fonctionnement:

- variable aléatoire (durée de fonctionnement avant défaillance) pour les entités non réparées;
- processus de renouvellement simple (ordinaire) pour les entités réparées à temps de panne nul;
- processus de renouvellement alternatif simple (ordinaire) pour les entités réparées à temps de panne non nul.

Pour faciliter la localisation de la définition complète, la référence du terme défini dans la CEI 60050-191 est indiquée (entre parenthèses) immédiatement après le terme, par exemple:

durée moyenne de panne [191-13-08]

L'application de chaque caractéristique de sûreté de fonctionnement est illustrée au moyen d'un exemple simple.

NOTE La présente norme s'applique principalement à la sûreté de fonctionnement du matériel, mais de nombreux termes et leurs définitions peuvent être appliqués à des entités contenant du logiciel. Certains aspects de la sûreté de fonctionnement du logiciel sont expliqués dans l'annexe D.

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*

ISO 3534-1:1993, *Statistique – Vocabulaire et symboles – Partie 1: Probabilité et termes statistiques généraux*

MATHEMATICAL EXPRESSIONS FOR RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY AND MAINTENANCE SUPPORT TERMS

1 Scope

This International Standard provides mathematical expressions for reliability, availability, maintainability and maintenance support measures defined in IEC 60050-191. The following classes of items are considered separately in this standard:

- non-repaired items;
- repaired items with zero time to restoration;
- repaired items with non-zero time to restoration.

In order to keep the mathematical formulae as simple as possible, the following basic mathematical models are used to quantify dependability measures:

- random variable (time to failure) for non-repaired items;
- simple (ordinary) renewal process for repaired items with zero time to restoration;
- simple (ordinary) alternating renewal process for repaired items with non-zero time to restoration.

To facilitate location of the full definition, the IEC 60050-191 reference for each term is shown (in parenthesis) immediately following each term, for example:

mean time to restoration [191-13-08]

The application of each dependability measure is illustrated by means of a simple example.

NOTE This standard is mainly applicable to hardware dependability, but many terms and their definitions may be applied to items containing software. Some of the software dependability aspects are explained in annex D.

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*

ISO 3534-1:1993, *Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: Probability and general statistical terms*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions de la CEI 60050-191 et de l'ISO 3534-1 sont applicables. En outre, les termes et définitions suivants sont utilisés.

3.1

intensité instantanée de rétablissement $\nu(t)$

limite, si elle existe, du quotient du nombre moyen de rétablissements d'une entité réparée, pendant un intervalle de temps $(t, t + \Delta t)$, par la durée Δt de l'intervalle de temps, lorsque cette durée tend vers zéro

NOTE L'intensité instantanée de rétablissement s'exprime par la formule

$$\nu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0+} \frac{E[N_R(t + \Delta t) - N_R(t)]}{\Delta t}$$

où

$N_R(t)$ est le nombre de rétablissements pendant l'intervalle de temps $(0, t)$;

E représente l'espérance mathématique.

3.2

intensité asymptotique de défaillance $z(\infty)$

limite, si elle existe, de l'intensité instantanée de défaillance $z(t)$, représentée par un modèle mathématique, quand on fait tendre le temps t vers l'infini

3.3

fonction de répartition de la durée de disponibilité $F_U(t)$

fonction donnant, pour toute valeur du temps t , la probabilité qu'un temps de disponibilité ait une durée inférieure ou égale à t

3.4

complément de la fonction de répartition de la durée de disponibilité $R_U(t)$

fonction donnant, pour toute valeur du temps t , la probabilité qu'un temps de disponibilité ait une durée supérieure à t

Par commodité, cette fonction sera désignée dans la présente norme par le terme **fonction de survie de la durée de disponibilité**.

NOTE 1 $R_U(t) = 1 - F_U(t)$.

NOTE 2 Si la durée du temps de disponibilité est à répartition exponentielle,

$$R_U(t) = \exp(-t/\text{TMD})$$

où TMD est le temps moyen de disponibilité.

Dans ce cas, l'inverse de TMD est indiqué par λ_U :

$$\lambda_U = 1/\text{TMD}$$

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the terms and definitions of IEC 60050-191 and ISO 3534-1 apply. In addition, the following terms and definitions are used.

3.1

instantaneous restoration intensity $\nu(t)$

limit, if it exists, of the quotient of the mean number of restorations of a repaired item in the time interval $(t, t + \Delta t)$ and the duration of this interval, Δt , when the duration of the time interval tends to zero

NOTE The instantaneous restoration intensity is expressed by the formula as

$$\nu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0+} \frac{E[N_R(t + \Delta t) - N_R(t)]}{\Delta t}$$

where

$N_R(t)$ is the number of restorations in the time interval $(0, t)$;

E denotes the expectation.

3.2

asymptotic failure intensity $z(\infty)$

for modelling purposes, limit, if it exists, of the instantaneous failure intensity $z(t)$, when time t tends to infinity

3.3

up-time distribution function $F_U(t)$

function giving, for every value of t , the probability that an up time will be less than, or equal to, t

3.4

complement to the up-time distribution function $R_U(t)$

function giving, for every value of t , the probability that an up time will be greater than t

For convenience, this function is referred to as the **up-time survival function** in this standard.

NOTE 1 $R_U(t) = 1 - F_U(t)$.

NOTE 2 If the up time is exponentially distributed, then

$$R_U(t) = \exp(-t/\text{MUT})$$

where MUT is the mean up time.

In this case, the reciprocal of MUT is denoted by λ_U :

$$\lambda_U = 1/\text{MUT}$$

4 Glossaire des symboles et abréviations

NOTE Les symboles donnés ci-dessous sont largement employés et sont recommandés mais non obligatoires.

4.1 Entités non réparées

EFC	Entité à fonctionnement continu
EFI	Entité à fonctionnement intermittent
MTTF	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
$\hat{M}TTF$	Estimateur ponctuel de la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
$R(t)$	Fonction de fiabilité, c'est-à-dire probabilité de survie jusqu'à l'instant t : $R(t) = R(t_1, t_2)$ pour $t_1 = 0$ et $t_2 = t$
$\hat{R}(t)$	Estimateur ponctuel de la fonction de fiabilité à l'instant t
$R(t_1, t_2)$	Fiabilité pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$R(t, t+x t)$	Fiabilité conditionnelle pendant l'intervalle de temps $(t, t+x)$, en supposant que l'entité a survécu jusqu'à l'instant t
TTF_i	Durée de fonctionnement avant défaillance observée pour l'entité i
$f(t)$	Fonction de densité de probabilité de la durée de fonctionnement avant défaillance
$\hat{f}(t)$	Estimateur ponctuel de la fonction de densité de probabilité de la durée de fonctionnement avant défaillance à l'instant t
n	Nombre d'entités (non réparées) dans la population qui sont opérationnelles à l'instant $t = 0$
$n_S(t)$	Nombre d'entités (non réparées) qui sont encore opérationnelles à l'instant t ($n_S(0) = n$)
$n_S(t) - n_S(t + \Delta t)$	Nombre d'entités qui subissent une défaillance pendant l'intervalle de temps $(t, t + \Delta t)$
λ	Taux de défaillance constant, c'est-à-dire inverse de la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF) lorsque la durée de fonctionnement avant défaillance obéit à une loi exponentielle
$\hat{\lambda}$	Estimateur ponctuel du taux de défaillance constant
$\lambda(t)$	Taux instantané de défaillance
$\hat{\lambda}(t)$	Estimateur ponctuel du taux instantané de défaillance à l'instant t
$\bar{\lambda}(t_1, t_2)$	Taux moyen de défaillance pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)

4 Glossary of symbols and abbreviations

NOTE The symbols given below are widely used and recommended but are not mandatory.

4.1 Non-repaired items

COI	Continuously operating item
IOI	Intermittently operating item
MTTF	Mean time to failure
$\hat{M}TTF$	Point estimate of the mean time to failure
$R(t)$	Reliability function, i.e. the probability of survival until time t : $R(t) = R(t_1, t_2)$ for $t_1 = 0$ and $t_2 = t$
$\hat{R}(t)$	Point estimate of the reliability function at time t
$R(t_1, t_2)$	Reliability for the time interval (t_1, t_2)
$R(t, t+x t)$	Conditional reliability for the time interval $(t, t+x)$, assuming that the item survived to time t
TTF_i	Observed time to failure of item i
$f(t)$	Probability density function of the (operating) time to failure
$\hat{f}(t)$	Point estimate of the probability density function of the (operating) time to failure at time t
n	Number of (non-repaired) items in the population that are operational at the instant of time $t = 0$
$n_S(t)$	Number of (non-repaired) items that are still operational at the instant of time t ($n_S(0) = n$)
$n_S(t) - n_S(t + \Delta t)$	Number of items that fail in the time interval $(t, t + \Delta t)$
λ	Constant failure rate, i.e. the reciprocal of the mean time to failure (MTTF) when the times to failure are exponentially distributed
$\hat{\lambda}$	Point estimate of the constant failure rate
$\lambda(t)$	Instantaneous failure rate
$\hat{\lambda}(t)$	Point estimate of the instantaneous failure rate at time t
$\bar{\lambda}(t_1, t_2)$	Mean failure rate for the time interval (t_1, t_2)

4.2 Entités réparées à temps de panne nul

EFC	Entité à fonctionnement continu
EFI	Entité à fonctionnement intermittent
MTBF	Moyenne des temps de bon fonctionnement
MTTF	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
$\hat{M}TTF$	Estimateur ponctuel de la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
TMD	Durée moyenne du temps de disponibilité
$N(t)$	Nombre de défaillances pendant l'intervalle de temps $(0, t)$
$R(t)$	Fonction de fiabilité, c'est-à-dire probabilité de survie jusqu'à l'instant t : $R(t) = R(t_1, t_2)$ pour $t_1 = 0$ et $t_2 = t$
$R_U(t)$	Fonction de survie du temps de disponibilité, telle que $1 - R_U(t)$ soit la fonction de répartition des durées des temps de disponibilité
$R(t_1, t_2)$	Fiabilité pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$\hat{R}(t_1, t_2)$	Estimateur ponctuel de la fiabilité pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$Z(t)$	Espérance mathématique du nombre de défaillances pendant l'intervalle de temps $(0, t)$ $Z(t) = E[N(t)]$, où E représente l'espérance mathématique
$f(t)$	Fonction de densité de probabilité des durées de fonctionnement avant défaillance
$f_U(t)$	Fonction de densité de probabilité des temps de disponibilité
	NOTE Pour les EFC, $f_U(t) = f(t)$.
$h_{CTTF}^{(n)}(t)$	Fonction de densité de probabilité du temps total écoulé jusqu'à la $n^{\text{ième}}$ défaillance, $n \geq 1$
k_F	Nombre de défaillances pendant une période donnée d'observation
n	Nombre d'entités dans la population
$n_F(t, t + \Delta t)$	Nombre de défaillances observées pendant l'intervalle de temps $(t, t + \Delta t)$
$n_F(t_1, t_2)$	Nombre de défaillances observées pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$n_S(t_1, t_2)$	Nombre d'entités qui étaient opérationnelles à l'instant t_1 et qui ont fonctionné sans défaillance pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$z(t)$	Intensité instantanée de défaillance
$z(\infty)$	Intensité asymptotique de défaillance
$\hat{z}(t)$	Estimateur ponctuel de l'intensité instantanée de défaillance à l'instant t
$\bar{z}(t_1, t_2)$	Intensité moyenne de défaillance pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
$\hat{\bar{z}}(t_1, t_2)$	Estimateur ponctuel de l'intensité moyenne de défaillance pendant l'intervalle de temps (t_1, t_2)
λ	Taux de défaillance constant, c'est-à-dire inverse de la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF) lorsque la durée de fonctionnement avant défaillance obéit à une loi exponentielle
λ_U	Taux de transition constant d'un état de disponibilité à un état d'indisponibilité, c'est-à-dire inverse du temps moyen de disponibilité (TMD) lorsque la durée du temps de disponibilité obéit à une loi exponentielle

4.2 Repaired items with zero time to restoration

COI	Continuously operating item
IOI	Intermittently operating item
MTBF	Mean operating time between failures
MTTF	Mean time to failure
$\hat{M}TTF$	Point estimate of the mean time to failure
MUT	Mean up time
$N(t)$	Number of failures in the time interval $(0, t)$
$R(t)$	Reliability function, i.e. the probability of survival until time t : $R(t) = R(t_1, t_2)$ for $t_1 = 0$ and $t_2 = t$
$R_U(t)$	Up-time survival function, i.e. the distribution function of the up times is $1 - R_U(t)$
$R(t_1, t_2)$	Reliability for the time interval (t_1, t_2)
$\hat{R}(t_1, t_2)$	Point estimate of the reliability for the time interval (t_1, t_2)
$Z(t)$	Expected number of failures in the time interval $(0, t)$ $Z(t) = E[N(t)]$, where E denotes the expectation
$f(t)$	Probability density function of the (operating) times to failure
$f_U(t)$	Probability density function of the up times
	NOTE For COIs, $f_U(t) = f(t)$.
$h_{CTTF}^{(n)}(t)$	Probability density function of calendar time to the n th failure, $n \geq 1$
k_F	Number of failures during a given period of observation
n	Number of items in the population
$n_F(t, t + \Delta t)$	Number of failures observed in the time interval $(t, t + \Delta t)$
$n_F(t_1, t_2)$	Number of failures observed in the time interval (t_1, t_2)
$n_S(t_1, t_2)$	Number of items that were operational at the instant of time t_1 and operated without failure during the time interval (t_1, t_2)
$z(t)$	Instantaneous failure intensity
$z(\infty)$	Asymptotic failure intensity
$\hat{z}(t)$	Point estimate of the instantaneous failure intensity at time t
$\bar{z}(t_1, t_2)$	Mean failure intensity for the time interval (t_1, t_2)
$\hat{\bar{z}}(t_1, t_2)$	Point estimate of the mean failure intensity for the time interval (t_1, t_2)
λ	Constant failure rate, i.e. the reciprocal of the mean time to failure (MTTF) when the times to failure are exponentially distributed
λ_U	Constant rate of transition from an up state to a down state, i.e. the reciprocal of the mean up time (MUT) when the up time is exponentially distributed