



IEC 61709

Edition 2.0 2011-06

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Electric components – Reliability – Reference conditions for failure rates and stress models for conversion**

**Composants électriques – Fiabilité – Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles de contraintes pour la conversion**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**  
CODE PRIX

---

ICS 31.020

ISBN 978-2-88912-551-7

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms, definitions and symbols .....	10
3.1 Terms and definitons .....	10
3.2 Symbols .....	12
4 Context and conditions .....	13
4.1 Failure modes .....	13
4.2 Operating profile considerations .....	14
4.3 Storage conditions .....	14
4.4 Environmental conditions .....	14
5 Generic reference conditions and stress models.....	16
5.1 Recommended generic reference conditions .....	16
5.2 Generic stress models.....	17
5.2.1 General .....	17
5.2.2 Stress factor for voltage dependence, $\pi_U$ .....	18
5.2.3 Stress factor for current dependence, $\pi_I$ .....	18
5.2.4 Stress factor for temperature dependence, $\pi_T$ .....	18
5.2.5 Environmental application factor, $\pi_E$ .....	20
5.2.6 Other factors of influence .....	21
6 Specific reference conditions and stress models.....	21
6.1 Integrated semiconductor circuits .....	21
6.1.1 Reference conditions .....	21
6.1.2 Stress factors .....	23
6.2 Discrete semiconductors .....	27
6.2.1 Reference conditions .....	27
6.2.2 Stress factors .....	28
6.3 Optoelectronic components .....	32
6.3.1 Reference conditions .....	32
6.3.2 Stress factors .....	34
6.4 Capacitors.....	38
6.4.1 Reference conditions .....	38
6.4.2 Stress factors .....	38
6.5 Resistors and resistor networks.....	41
6.5.1 Reference conditions .....	41
6.5.2 Stress factors .....	42
6.6 Inductors, transformers and coils.....	43
6.6.1 Reference conditions .....	43
6.6.2 Stress factors .....	43
6.7 Microwave devices .....	44
6.7.1 Reference conditions .....	44
6.7.2 Stress factors .....	45
6.8 Other passive components .....	45
6.8.1 Reference conditions .....	45

6.8.2	Stress factors .....	45
6.9	Electrical connections.....	45
6.9.1	Reference conditions .....	45
6.9.2	Stress factors .....	46
6.10	Connectors and sockets .....	46
6.10.1	Reference conditions .....	46
6.10.2	Stress factors .....	46
6.11	Relays.....	46
6.11.1	Reference conditions .....	46
6.11.2	Stress factors .....	47
6.12	Switches and push-buttons.....	49
6.12.1	Reference conditions .....	49
6.12.2	Stress factors .....	50
6.13	Signal and pilot lamps .....	51
6.13.1	Reference conditions .....	51
6.13.2	Stress factors .....	51
Annex A (normative)	Failure modes of components .....	53
Annex B (informative)	Failure rate prediction .....	55
Annex C (informative)	Considerations for the design of a data base on failure rates .....	65
Annex D (informative)	Potential sources of failure rate data and methods of selection .....	68
Annex E (informative)	Overview of component classification .....	74
Annex F (informative)	Examples .....	86
Bibliography.....		88
Figure 1 – Selection of stress regions in accordance with current and voltage-operating conditions .....		48
Figure 2 – Selection of stress regions in accordance with current and voltage-operating conditions .....		50
Figure B.1 – Stress profile .....		59
Figure B.2 – Averaging failure rates .....		60
Table 1 – Basic environments .....		15
Table 2 – Values of environmental parameters for basic environments .....		15
Table 3 – Recommended reference conditions for environmental and mechanical stresses .....		17
Table 4 – Environmental application factor, $\pi_E$ .....		20
Table 5 – Memory.....		21
Table 6 – Microprocessors and peripherals, microcontrollers and signal processors .....		22
Table 8 – Analog integrated circuits (IC) .....		23
Table 9 – Application-specific ICs (ASICs).....		23
Table 10 – Constants for voltage dependence .....		24
Table 11– Factor $\pi_U$ for digital CMOS-family ICs.....		24
Table 12 – Factor $\pi_U$ for bipolar analog ICs .....		24
Table 13 – Constants for temperature dependence .....		24

Table 14 – Factor $\pi_T$ for ICs (without EPROM; FLASH-EPROM; OTPROM; EEPROM; EAROM) .....	26
Table 15 – Factor $\pi_T$ for EPROM, FLASH-EPROM, OTPROM, EEPROM, EAROM.....	26
Table 16 – Transistors common, low frequency.....	27
Table 17 – Transistors, microwave, e.g. RF >800 MHz.....	27
Table 18 – Diodes.....	28
Table 19 – Power semiconductors .....	28
Table 20 – Constants for voltage dependence of transistors .....	29
Table 21 – Factor $\pi_U$ for transistors .....	29
Table 22 – Constants for temperature dependence of discrete semiconductors .....	29
Table 23 – Factor $\pi_T$ for transistors, reference and microwave diodes .....	31
Table 24 – Factor $\pi_T$ for diodes (without reference and microwave diodes) and power semiconductors.....	31
Table 25 – Optoelectronic semiconductor signal receivers .....	32
Table 26 – LEDs, IREDS, laser diodes and transmitter components .....	33
Table 27 – Optocouplers and light barriers.....	33
Table 28 – Passive optical components .....	34
Table 29 – Transceiver, transponder and optical sub-equipment.....	34
Table 30 – Constants for voltage dependence of phototransistors.....	35
Table 31 – Factor $\pi_U$ for phototransistors.....	35
Table 32 – Constants for current dependence of LEDs and IREDS.....	35
Table 33 – Factor $\pi_I$ for LEDs and IREDS.....	35
Table 34 – Constants for temperature dependence of optoelectronic components .....	36
Table 35 – Factor $\pi_T$ for optical components.....	37
Table 36 – Capacitors .....	38
Table 37 – Constants for voltage dependence of capacitors.....	39
Table 38 – Factor $\pi_U$ for capacitors.....	39
Table 39 – Constants for temperature dependence of capacitors .....	40
Table 40 – Factor $\pi_T$ for capacitors.....	41
Table 41 – Resistors and resistor networks.....	42
Table 42 – Constants for temperature dependence of resistors .....	42
Table 43 – Factor $\pi_T$ for resistors .....	43
Table 44 – Inductors, transformers and coils.....	43
Table 45 – Constants for temperature dependence of inductors, transformers and coils .....	43
Table 46 – Factor $\pi_T$ for inductors, transformers and coils .....	44
Table 47 – Microwave devices .....	44
Table 48 – Other passive components .....	45
Table 49 – Electrical connections.....	46
Table 50 – Connectors and sockets .....	46
Table 51 – Relays.....	47
Table 52 – Factor $\pi_{ES}$ for low current relays.....	48

Table 53 – Factor $\pi_{ES}$ for general purpose relays .....	48
Table 54 – Factor $\pi_{ES}$ for automotive relays.....	49
Table 55 – Constants for temperature dependence of relays.....	49
Table 56 – Facteur $\pi_T$ for relays .....	49
Table 57 – Switches and push-buttons.....	50
Table 58 – Factor $\pi_{ES}$ for switches and push-buttons for low electrical stress .....	51
Table 59 – Factor $\pi_{ES}$ for switches and push-buttons for higher electrical stress.....	51
Table 60 – Signal and pilot lamps .....	51
Table 61 – Factor $\pi_U$ for signal and pilot lamps.....	52
Table A.1 – Failure modes – Integrated circuits (ICs)(digital) .....	53
Table A.2 – Failure modes – Transistors, diodes, optocouplers.....	53
Table A.3 – Failure modes – Capacitors .....	54
Table A.4 – Failure modes – Resistors, inductive devices, relays.....	54
Table C.1 – Reliability prediction database attributes.....	66
Table D.1 – Sources of reliability data (in alphabetical order).....	70
Table E.1 – Classification tree (IEC 61360).....	75

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## **ELECTRIC COMPONENTS – RELIABILITY – REFERENCE CONDITIONS FOR FAILURE RATES AND STRESS MODELS FOR CONVERSION**

### 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 61709 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1996 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- the addition of a number of component types and the updating of models for a large number of component types;
- the addition of annexes on reliability prediction, sources of failure rate data and component classification information.

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

FDIS	Report on voting
56/1422/FDIS	56/1431/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 stability 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.

## INTRODUCTION

This International Standard is intended for the reliability prediction of components as used in equipment and is aimed at organizations that have their own data and describes how to state and use that data in order to perform reliability predictions.

It can also be used to allow an organization to set up a failure rate database and describes the reference conditions for which field failure rates should be stated. The reference conditions adopted in this standard are typical of the majority of applications of components in equipment however when components operate under other conditions the users may consider stating these conditions as their reference conditions.

Using the presented stress models allows extrapolation of failure rates to other operating conditions which in turn permits the prediction of failure rates at assembly level. This allows estimation of the effect of design changes or changes in the environmental conditions on component reliability. Reliability prediction is most useful in the early design phase of electrical equipment. It can be used, for example, to identify potential reliability problems, the planning of logistic support strategies and the evaluation of designs.

The stress models contained herein are generic and are as simple as possible while still being comparable with more complex equations contained in other models.

This standard does not contain failure rates, but it describes how they can be stated and used. This approach allows a user to select the most relevant and up to date failure rates for the prediction from a source that they select. This standard also contains information on how to select the data that can be used in the presented models.

# **ELECTRIC COMPONENTS – RELIABILITY – REFERENCE CONDITIONS FOR FAILURE RATES AND STRESS MODELS FOR CONVERSION**

## **1 Scope**

This International Standard gives guidance on how failure rate data can be employed for reliability prediction of electric components in equipment.

Reference conditions are numerical values of stresses that are typically observed by components in the majority of applications. Reference conditions are useful since they are the basis of the calculation of failure rate under any conditions by the application of stress models that take into account the actual operating conditions. Failure rates stated at reference conditions allow realistic reliability predictions to be made in the early design phase.

The stress models described herein are generic and can be used as a basis for conversion of the failure rate data at these reference conditions to actual operating conditions when needed and this simplifies the prediction approach. Conversion of failure rate data is only permissible within the specified functional limits of the components.

This standard also gives guidance on how a database of component failure data can be constructed to provide failure rates that can be used with the included stress models. Reference conditions for failure rate data are specified, so that data from different sources can be compared on a uniform basis. If failure rate data are given in accordance with this International Standard then no additional information on the specified conditions is required.

This standard does not provide base failure rates for components – rather it provides models that allow failure rates obtained by other means to be converted from one operating condition to another operating condition.

The prediction methodology described in this standard assumes that the parts are being used within its useful life. The methods in this standard have a general application but are specifically applied to a selection of component types as defined in Clause 6 and Clause E.2.

## **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, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 191: Dependability and quality of service*

IEC 60605-6, *Equipment reliability testing – Part 6: Tests for the validity and estimation of the constant failure rate and constant failure intensity*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weather protected locations*

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations*

IEC 60721-3-5, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Ground vehicle installations*

IEC 60721-3-7, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 7: Portable and non-stationary use*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	94
INTRODUCTION.....	96
1 Domaine d'application .....	97
2 Références normatives.....	97
3 Termes, définitions et symboles .....	98
3.1 Termes et définitions .....	98
3.2 Symboles .....	100
4 Contexte et conditions .....	101
4.1 Modes de défaillance .....	101
4.2 Considérations relatives au profil de fonctionnement.....	102
4.3 Conditions de stockage .....	102
4.4 Conditions environnementales.....	103
5 Conditions de référence et modèles de contraintes génériques .....	105
5.1 Conditions de référence génériques recommandées.....	105
5.2 Modèles de contraintes génériques .....	105
5.2.1 Généralités.....	105
5.2.2 Facteur de contrainte applicable à l'influence de la tension, $\pi_U$ .....	106
5.2.3 Facteur de contrainte applicable à l'influence du courant, $\pi_I$ .....	106
5.2.4 Facteur de contrainte applicable à l'influence de la température, $\pi_T$ .....	107
5.2.5 Facteur d'environnement, $\pi_E$ .....	108
5.2.6 Autres facteurs d'influence .....	109
6 Conditions de référence et modèles de contraintes spécifiques .....	110
6.1 Circuits intégrés à semi-conducteurs .....	110
6.1.1 Conditions de référence.....	110
6.1.2 Facteurs de contrainte.....	112
6.2 Composants discrets à semi-conducteurs.....	116
6.2.1 Conditions de référence.....	116
6.2.2 Facteurs de contrainte.....	117
6.3 Composants optoélectroniques.....	122
6.3.1 Conditions de référence.....	122
6.3.2 Facteurs de contrainte .....	124
6.4 Condensateurs .....	127
6.4.1 Conditions de référence.....	127
6.4.2 Facteurs de contrainte .....	128
6.5 Résistances et réseaux résistifs .....	131
6.5.1 Conditions de référence.....	131
6.5.2 Facteurs de contrainte .....	131
6.6 Inductances, transformateurs et bobinages .....	132
6.6.1 Conditions de référence.....	132
6.6.2 Facteurs de contrainte .....	133
6.7 Dispositifs pour hyperfréquences.....	134
6.7.1 Conditions de référence.....	134
6.7.2 Facteurs de contrainte .....	134
6.8 Autres composants passifs .....	134
6.8.1 Conditions de référence.....	134

6.8.2	Facteurs de contrainte .....	135
6.9	Connexions électriques .....	135
6.9.1	Conditions de référence.....	135
6.9.2	Facteurs de contrainte .....	136
6.10	Connecteurs et supports .....	136
6.10.1	Conditions de référence.....	136
6.10.2	Facteurs de contrainte .....	136
6.11	Relais.....	136
6.11.1	Conditions de référence.....	136
6.11.2	Facteurs de contrainte .....	137
6.12	Commutateurs et boutons-poussoirs .....	139
6.12.1	Conditions de référence.....	139
6.12.2	Facteurs de contrainte .....	139
6.13	Lampes de signalisation et voyants .....	141
6.13.1	Conditions de référence.....	141
6.13.2	Facteurs de contrainte .....	141
Annexe A (normative) Modes de défaillance des composants .....		142
Annexe B (informative) Prévision des taux de défaillance .....		144
Annexe C (informative) Considérations sur la conception d'une base de données concernant les taux de défaillance .....		156
Annexe D (informative) Sources potentielles de données de taux de défaillance et méthodes de sélection .....		159
Annexe E (informative) Présentation générale de la classification des composants.....		166
Annexe F (informative) Exemples .....		178
Bibliographie.....		180
Figure 1 – Choix des zones de contrainte conformément aux conditions de fonctionnement du courant et de la tension.....		137
Figure 2 – Choix des zones de contrainte conformément aux conditions de fonctionnement du courant et de la tension.....		140
Figure B.1 – Profil de contrainte .....		149
Figure B.2 – Calcul de la moyenne des taux de défaillance.....		149
Tableau 1 – Environnements de base .....		104
Tableau 2 – Valeurs des agents environnementaux pour des environnements de base.....		104
Tableau 3 – Conditions de référence recommandées pour les contraintes environnementales et mécaniques .....		105
Tableau 4 – Facteur d'environnement, $\pi_E$ .....		109
Tableau 5 – Mémoire .....		110
Tableau 6 – Microprocesseurs et périphériques, microcontrôleurs et processeurs de signaux.....		111
Tableau 7 – Familles logiques numériques et interfaces de bus, circuit de commande et circuit récepteur de bus .....		111
Tableau 8 – Circuits intégrés analogiques.....		112
Tableau 9 – Circuits intégrés à application spécifique (ASIC) .....		112
Tableau 10 – Constantes pour l'influence de la tension.....		113
Tableau 11 – Facteur $\pi_U$ pour les circuits intégrés numériques CMOS.....		113

Tableau 12 – facteur $\pi_U$ pour les circuits intégrés analogiques bipolaires.....	113
Tableau 13 – Constantes pour l'influence de la température .....	113
Tableau 14 – Facteur $\pi_T$ pour les circuits intégrés (sauf mémoire EPROM, FLASH-EPROM, OTPROM, EEPROM, EAROM ) .....	115
Tableau 15 – Facteur $\pi_T$ pour mémoires EPROM, FLASH-EPROM, OTPROM, EEPROM, EAROM.....	115
Tableau 16 – Transistors communs, à basse fréquence .....	116
Tableau 17 – Transistors, hyperfréquences, par exemple, RF >800 MHz .....	116
Tableau 18 – Diodes .....	117
Tableau 19 – Dispositifs de puissance à semi-conducteurs.....	117
Tableau 20 – Constantes pour l'influence de la tension pour les transistors .....	118
Tableau 21 – Facteur $\pi_U$ pour les transistors .....	118
Tableau 22 – Constantes pour l'influence de la température pour les composants discrets à semi-conducteurs .....	118
Tableau 23 – Facteur $\pi_T$ pour les transistors, les diodes de référence et les diodes hyperfréquences .....	120
Tableau 24 – Facteur $\pi_T$ pour les diodes (sauf les diodes de référence et les diodes hyperfréquences) et les dispositifs de puissance à semi-conducteurs .....	121
Tableau 25 – Récepteurs de signaux optoélectroniques à semi-conducteurs .....	122
Tableau 26 – DEL (diodes électroluminescentes), IRED (infrarouge), diodes laser et composants d'émetteurs .....	122
Tableau 27 – Photocoupleurs et barrières photo-électriques .....	123
Tableau 28 – Composants optiques passifs .....	123
Tableau 29 – Emetteur-récepteur, transpondeur et sous-équipement optique .....	124
Tableau 30 – Constantes pour l'influence de la tension sur les phototransistors .....	125
Tableau 31 – Facteur $\pi_U$ pour les phototransistors.....	125
Tableau 32 – Constantes pour l'influence du courant sur les DEL et IRED.....	125
Tableau 33 – Facteur $\pi_I$ pour les DEL et les IRED .....	125
Tableau 34 – Constantes pour l'influence de la température sur les composants optoélectroniques .....	125
Tableau 35 – Facteur $\pi_T$ pour les composants optiques.....	126
Tableau 36 – Condensateurs .....	127
Tableau 37 – Constantes pour l'influence de la tension sur les condensateurs.....	128
Tableau 38 – Facteur $\pi_U$ pour les condensateurs .....	129
Tableau 39 – Constantes pour l'influence de la température sur les condensateurs .....	129
Tableau 40 – Facteur $\pi_T$ pour les condensateurs.....	130
Tableau 41 – Résistances et réseaux résistifs .....	131
Tableau 42 – Constantes pour l'influence de la température sur les éléments résistifs.....	132
Tableau 43 – Facteur $\pi_T$ pour les éléments résistifs .....	132
Tableau 44 – Inductances, transformateurs, bobinages .....	133
Tableau 45 – Constantes pour l'influence de la température sur les inductances, transformateurs et bobinages.....	133
Tableau 46 – Facteur $\pi_T$ pour les inductances, les transformateurs et les bobinages.....	134

Tableau 47 – Dispositifs pour hyperfréquences .....	134
Tableau 48 – Autres composants passifs .....	135
Tableau 49 – Connexions électriques .....	135
Tableau 50 – Connecteurs et supports .....	136
Tableau 51 – Relais .....	136
Tableau 52 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les relais à faible courant .....	138
Tableau 53 – Facteur $\pi_{ES}$ pour relais d'usage général .....	138
Tableau 54 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les relais pour l'automobile .....	138
Tableau 55 – Constantes pour l'influence de la température sur les relais .....	139
Tableau 56 – Facteur $\pi_T$ pour les relais .....	139
Tableau 57 – Commutateurs et boutons-poussoirs .....	139
Tableau 58 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les commutateurs et boutons-poussoirs pour faibles contraintes électriques .....	140
Tableau 59 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les commutateurs et boutons-poussoirs pour contraintes électriques plus élevées .....	140
Tableau 60 – Lampes de signalisation et voyants .....	141
Tableau 61 – Facteur $\pi_U$ pour les voyants et lampes de signalisation .....	141
Tableau A.1 – Modes de défaillance: Circuits intégrés (numériques) .....	142
Tableau A.2 – Modes de défaillance: transistors, diodes, photocoupleurs .....	142
Tableau A.3 – Modes de défaillance: condensateurs .....	143
Tableau A.4 – Modes de défaillance: résistances, appareils inductifs, relais .....	143
Tableau C.1 – Eléments d'une base de données pour la prévision de fiabilité .....	158
Tableau D.1 – Sources de données de fiabilité (par ordre alphabétique) .....	161
Tableau E.1 – Arbre de classification (CEI 61360) .....	167

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# COMPOSANTS ÉLECTRIQUES – FIABILITÉ – CONDITIONS DE RÉFÉRENCE POUR LES TAUX DE DÉFAILLANCE ET MODÈLES DE CONTRAINTES POUR LA CONVERSION

### 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61709 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1996. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- l'addition de plusieurs types de composants et l'actualisation des modèles pour nombreux types de composants;
- l'addition des annexes relatives aux prévisions de fiabilité, des sources des données de taux de défaillance et des informations relatives au classification des composants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1422/FDIS	56/1431/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 stabilité 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.

## INTRODUCTION

La présente Norme Internationale est destinée aux prévisions de fiabilité des composants utilisés dans les équipements et s'adresse aux organismes qui disposent de leurs propres données. Elle décrit par ailleurs les méthodes pour établir et utiliser ces données afin de réaliser des prévisions de fiabilité.

La présente norme peut également permettre à un organisme d'établir une base de données de taux de défaillance et de décrire les conditions de référence pour lesquelles il convient d'établir des taux de défaillance en exploitation. Les conditions de référence adoptées dans la présente norme sont typiques de la plupart des applications de composants dans des équipements. Toutefois, lorsque les composants sont utilisés dans d'autres conditions, les utilisateurs peuvent vouloir déclarer ces conditions comme leurs conditions de référence.

L'application des modèles de contrainte présentés permet d'extrapoler les taux de défaillance pour d'autres conditions de fonctionnement qui, à leur tour, permettent de prévoir les taux de défaillance à l'étape de la fabrication. Ceci permet d'estimer l'effet des modifications de conception ou des changements observés dans les conditions d'environnement sur la fiabilité des composants. La prévision de fiabilité se révèle très utile dans la première phase de conception des matériels électriques. On peut s'en servir, par exemple, pour mettre en évidence de possibles défauts de fiabilité, pour mettre au point les principes de logistique de maintenance et pour évaluer des conceptions.

Les modèles de contrainte exposés dans la présente norme sont génériques et aussi simples que possible, tout en pouvant toujours être comparés aux équations plus complexes propres à d'autres modèles.

La présente norme ne présente pas de taux de défaillance, mais décrit les méthodes qui permettent de les établir et de les utiliser. Cette approche permet à un utilisateur de choisir les taux de défaillance les plus appropriés et actualisés à partir desquels il peut établir des prévisions à partir d'une source de son choix. La présente norme apporte également des informations sur la méthode de sélection des données pouvant être utilisées dans les modèles présentés.

# COMPOSANTS ÉLECTRIQUES – FIABILITÉ – CONDITIONS DE RÉFÉRENCE POUR LES TAUX DE DÉFAILLANCE ET MODÈLES DE CONTRAINTES POUR LA CONVERSION

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des recommandations concernant les méthodes d'utilisation des données de taux de défaillance pour les prévisions de fiabilité de composants électriques d'équipements.

Les conditions de référence sont des valeurs numériques de contraintes généralement observées sur les composants dans la plupart des applications. Ces conditions de référence sont utiles dans la mesure où elles permettent de calculer le taux de défaillance dans toutes conditions, en appliquant des modèles de contrainte qui tiennent compte des conditions de fonctionnement réelles. Les taux de défaillance indiqués dans les conditions de référence permettent de réaliser des prévisions de fiabilité réalistes dès la première phase de conception.

Les modèles de contrainte décrits dans la présente norme sont génériques et peuvent être utilisés comme base de conversion des données de taux de défaillance dans ces conditions de référence, dans des conditions de fonctionnement réelles si nécessaire, ce qui simplifie l'approche prévisionnelle. La conversion des données de taux de défaillance n'est possible que dans les limites de fonctionnement spécifiées pour les composants.

La présente norme donne également des recommandations concernant les méthodes pour constituer une base de données de taux de défaillance des composants afin que les taux fournis puissent être employés avec les modèles de contrainte fournis. On définit des conditions de référence pour les données de taux de défaillance de façon à permettre de comparer, dans des conditions uniformes, des données d'origines différentes. Si les données de taux de défaillance sont fournies conformément à la présente norme, il n'est alors pas nécessaire de donner des informations supplémentaires sur les conditions définies.

La présente norme ne fournit pas des taux de défaillance de base pour les composants; elle fournit en revanche des modèles qui permettent de convertir les taux de défaillance obtenus par d'autres moyens d'une condition de fonctionnement à l'autre.

La méthodologie de prévision décrite dans la présente norme pose comme hypothèse l'utilisation des éléments au cours de leur durée de vie utile. Les méthodes décrites dans la présente norme ont une application générale, mais s'appliquent spécifiquement à une sélection de types de composants définis dans l'Article 6 et dans l'Article E.2.

## 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, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60605-6, *Essais de fiabilité des équipements – Partie 6: Tests pour la validité et l'estimation du taux de défaillance constant et de l'intensité de défaillance constante*

CEI 60721-3-3, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

CEI 60721-3-4, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 4 : Utilisation à poste fixe, non-protégé contre les intempéries*

CEI 60721-3-5, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 5 : Installation de véhicules terrestres*

CEI 60721-3-7, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-7: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 7 : Utilisation en déplacement*