

# 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

---

ICS 31.020

ISBN 978-2-8322-3902-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references .....	12
3 Terms, definitions and symbols .....	12
3.1 Terms and definitions.....	12
3.2 Symbols.....	16
4 Context and conditions .....	17
4.1 Failure modes and mechanisms.....	17
4.2 Thermal modelling .....	18
4.3 Mission profile consideration.....	18
4.3.1 General .....	18
4.3.2 Operating and non-operating conditions .....	18
4.3.3 Dormancy .....	19
4.3.4 Storage .....	19
4.4 Environmental conditions .....	19
4.5 Components choice .....	21
4.6 Reliability growth during the deployment phase of new equipment .....	22
4.7 How to use this document.....	23
5 Generic reference conditions and stress models.....	24
5.1 Recommended generic reference conditions.....	24
5.2 Generic stress models .....	25
5.2.1 General .....	25
5.2.2 Stress factor for voltage dependence, $\pi_U$ .....	26
5.2.3 Stress factor for current dependence, $\pi_I$ .....	26
5.2.4 Stress factor for temperature dependence, $\pi_T$ .....	26
5.2.5 Environmental application factor, $\pi_E$ .....	28
5.2.6 Dependence on switching rate, $\pi_S$ .....	28
5.2.7 Dependence on electrical stress, $\pi_{ES}$ .....	29
5.2.8 Other factors of influence .....	29
6 Integrated semiconductor circuits .....	29
6.1 Specific reference conditions .....	29
6.2 Specific stress models .....	31
6.2.1 General .....	31
6.2.2 Voltage dependence, factor $\pi_U$ .....	32
6.2.3 Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	32
7 Discrete semiconductors .....	35
7.1 Specific reference conditions .....	35
7.2 Specific stress models .....	36
7.2.1 General .....	36
7.2.2 Voltage dependence for transistors, factor $\pi_U$ .....	37
7.2.3 Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	37
8 Optoelectronic components .....	39

8.1	Specific reference conditions .....	39
8.2	Specific stress models .....	41
8.2.1	General .....	41
8.2.2	Voltage dependence, factor $\pi_U$ .....	41
8.2.3	Current dependence, factor $\pi_I$ .....	41
8.2.4	Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	42
9	Capacitors .....	44
9.1	Specific reference conditions .....	44
9.2	Specific stress model .....	44
9.2.1	General .....	44
9.2.2	Voltage dependence, factor $\pi_U$ .....	44
9.2.3	Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	46
10	Resistors and resistor networks .....	47
10.1	Specific reference conditions .....	47
10.2	Specific stress models .....	48
10.2.1	General .....	48
10.2.2	Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	48
11	Inductors, transformers and coils .....	49
11.1	Reference conditions .....	49
11.2	Specific stress model .....	49
11.2.1	General .....	49
11.2.2	Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	49
12	Microwave devices .....	50
12.1	Specific reference conditions .....	50
12.2	Specific stress models .....	51
13	Other passive components .....	51
13.1	Specific reference conditions .....	51
13.2	Specific stress models .....	51
14	Electrical connections .....	51
14.1	Specific reference conditions .....	51
14.2	Specific stress models .....	52
15	Connectors and sockets .....	52
15.1	Reference conditions .....	52
15.2	Specific stress models .....	52
16	Relays .....	52
16.1	Reference conditions .....	52
16.2	Specific stress models .....	53
16.2.1	General .....	53
16.2.2	Dependence on switching rate, factor $\pi_S$ .....	53
16.2.3	Dependence on electrical stress, factor $\pi_{ES}$ .....	54
16.2.4	Temperature dependence, factor $\pi_T$ .....	55
17	Switches and push-buttons .....	55
17.1	Specific reference conditions .....	55
17.2	Specific stress model .....	56
17.2.1	General .....	56

17.2.2	Dependence on electrical stress, factor $\pi_{ES}$ .....	56
18	Signal and pilot lamps .....	57
18.1	Specific reference conditions .....	57
18.2	Specific stress model .....	57
18.2.1	General .....	57
18.2.2	Voltage dependence, factor $\pi_U$ .....	58
19	Printed circuit boards (PCB) .....	58
20	Hybrid circuits .....	58
Annex A	(normative) Failure modes of components .....	59
Annex B	(informative) Thermal model for semiconductors .....	62
B.1	Thermal model .....	62
B.2	Junction temperature calculation .....	63
B.3	Thermal resistance evaluation .....	64
B.4	Power dissipation of an integrated circuit $P$ .....	65
Annex C	(informative) Failure rate prediction .....	68
C.1	General .....	68
C.2	Failure rate prediction for assemblies .....	68
C.2.1	General .....	68
C.2.2	Assumptions and limitations .....	69
C.2.3	Process for failure rate prediction .....	69
C.2.4	Prediction models .....	70
C.2.5	Other methods of reliability prediction .....	71
C.2.6	Validity considerations of reliability models and predictions .....	72
C.3	Component considerations .....	73
C.3.1	Component model .....	73
C.3.2	Components classification .....	73
C.4	General consideration about failure rate .....	73
C.4.1	General .....	73
C.4.2	General behaviour of the failure rate of components .....	74
C.4.3	Expected values of failure rate .....	75
C.4.4	Sources of variation in failure rates .....	75
Annex D	(informative) Considerations on mission profile .....	77
D.1	General .....	77
D.2	Dormancy .....	77
D.3	Mission profile .....	78
D.4	Example of mission profile .....	79
Annex E	(informative) Useful life models .....	80
E.1	General .....	80
E.2	Power transistors .....	80
E.3	Optocouplers .....	80
E.3.1	Useful life $L$ .....	80
E.3.2	Factor $L_0$ .....	81
E.3.3	Factor $\kappa_0$ .....	81
E.3.4	Factor $\kappa_1$ .....	82
E.3.5	Factor $\kappa_2$ .....	82
E.3.6	Factor $\kappa_3$ .....	82
E.4	LED and LED modules .....	83

E.4.1	Useful life $L$ .....	83
E.4.2	Factor $L_0$ .....	83
E.4.3	Factor $\kappa_0$ .....	84
E.4.4	Factor $\kappa_1$ .....	84
E.4.5	Factor $\kappa_2$ .....	85
E.4.6	Factor $\kappa_3$ .....	85
E.5	Aluminium, non-solid electrolyte capacitors .....	85
E.6	Relays .....	86
E.7	Switches and keyboards .....	86
E.8	Connectors .....	86
Annex F (informative)	Physics of failure .....	87
F.1	General .....	87
F.2	Failure mechanisms of integrated circuits .....	88
Annex G (informative)	Considerations for the design of a data base on failure rates .....	89
G.1	General .....	89
G.2	Data collection acquisition – collection process .....	89
G.3	Which data to collect and how to collect it .....	89
G.4	Calculation and decision making .....	90
G.5	Data descriptions .....	90
G.6	Identification of components .....	90
G.6.1	General .....	90
G.6.2	Component identification .....	91
G.6.3	Component technology .....	91
G.7	Specification of components .....	91
G.7.1	General .....	91
G.7.2	Electrical specification of components .....	91
G.7.3	Environmental specification of components .....	92
G.8	Field related issues data .....	92
G.8.1	General .....	92
G.8.2	Actual field conditions .....	92
G.8.3	Data on field failures .....	92
G.9	Test related issues data .....	93
G.9.1	General .....	93
G.9.2	Actual test conditions .....	93
G.9.3	Data on test failures .....	93
G.10	Failure rate database attributes .....	94
Annex H (informative)	Potential sources of failure rate data and methods of selection .....	96
H.1	General .....	96
H.2	Data source selection .....	96
H.3	User data .....	97
H.4	Manufacturer's data .....	97
H.5	Handbook reliability data .....	98
H.5.1	General .....	98
H.5.2	Using handbook data with this document .....	98
H.5.3	List of available handbooks .....	99
Annex I (informative)	Overview of component classification .....	102
I.1	General .....	102
I.2	The IEC 61360 system .....	102

I.3	Other systems.....	110
I.3.1	General .....	110
I.3.2	NATO stock numbers.....	110
I.3.3	UNSPSC codes .....	110
I.3.4	STEP/EXPRESS.....	110
I.3.5	IECQ .....	110
I.3.6	ECALS .....	111
I.3.7	ISO 13584 .....	111
I.3.8	MIL specifications.....	111
Annex J (informative)	Presentation of component reliability data.....	112
J.1	General.....	112
J.2	Identification of components .....	112
J.2.1	General .....	112
J.2.2	Component identification .....	113
J.2.3	Component technology .....	113
J.3	Specification of components .....	113
J.3.1	General .....	113
J.3.2	Electrical specification of components .....	113
J.3.3	Environmental specification of components .....	113
J.4	Test related issues data.....	113
J.4.1	General .....	113
J.4.2	Actual test conditions .....	114
J.5	Data on test failures.....	114
Annex K (informative)	Examples .....	116
K.1	Integrated circuit.....	116
K.2	Transistor .....	116
K.3	Capacitor .....	116
K.4	Relay.....	117
Bibliography.....		118
Figure 1	– Comparison of the temperature dependence of $\pi_T$ for CMOS IC.....	24
Figure 2	– Selection of stress regions in accordance with current and voltage-operating conditions .....	54
Figure 3	– Selection of stress regions in accordance with current and voltage-operating conditions .....	56
Figure B.1	– Temperatures inside equipment.....	63
Figure B.2	– Thermal resistance model.....	64
Figure D.1	– Mission profile .....	79
Table 1	– Basic environments .....	20
Table 2	– Values of environmental parameters for basic environments .....	21
Table 3	– Recommended reference conditions for environmental and mechanical stresses.....	25
Table 4	– Environmental application factor, $\pi_E$ .....	28
Table 5	– Memory.....	30
Table 6	– Microprocessors and peripherals, microcontrollers and signal processors .....	30
Table 7	– Digital logic families and bus interfaces, bus driver and receiver circuits .....	30

Table 8 – Analog ICs .....	31
Table 9 – Application-specific ICs (ASICs).....	31
Table 10 – Constants for voltage dependence .....	32
Table 11 – Factor $\pi_U$ for digital CMOS-family ICs.....	32
Table 12 – Factor $\pi_U$ for bipolar analog ICs .....	32
Table 13 – Constants for temperature dependence .....	32
Table 14 – Factor $\pi_T$ for ICs (without EPROM; FLASH-EPROM; OTPROM; EEPROM; EAROM) .....	34
Table 15 – Factor $\pi_T$ for EPROM; FLASH-EPROM; OTPROM; EEPROM; EAROM.....	34
Table 16 – Transistors common, low frequency.....	35
Table 17 – Transistors, microwave, (e.g. RF > 800 MHz) .....	35
Table 18 – Diodes.....	36
Table 19 – Power semiconductors .....	36
Table 20 – Constants for voltage dependence of transistors .....	37
Table 21 – Factor $\pi_U$ for transistors .....	37
Table 22 – Constants for temperature dependence of discrete semiconductors .....	37
Table 23 – Factor $\pi_T$ for transistors, reference and microwave diodes .....	38
Table 24 – Factor $\pi_T$ for diodes (without reference and microwave diodes) and power semiconductors.....	38
Table 25 – Optoelectronic semiconductor signal receivers .....	39
Table 26 – LEDs, IREDS, laser diodes and transmitter components .....	39
Table 27 – Optocouplers and light barriers.....	40
Table 28 – Passive optical components .....	40
Table 29 – Transceiver, transponder and optical sub-equipment.....	40
Table 30 – Constants for voltage dependence of phototransistors.....	41
Table 31 – Factor $\pi_U$ for phototransistors .....	41
Table 32 – Constants for current dependence of LEDs and IREDS.....	42
Table 33 – Factor $\pi_I$ for LEDs and IREDS.....	42
Table 34 – Constants for temperature dependence of optoelectronic components .....	42
Table 35 – Factor $\pi_T$ for optical components.....	43
Table 36 – Capacitors .....	44
Table 37 – Constants for voltage dependence of capacitors.....	45
Table 38 – Factor $\pi_U$ for capacitors .....	45
Table 39 – Constants for temperature dependence of capacitors .....	46
Table 40 – Factor $\pi_T$ for capacitors.....	47
Table 41 – Resistors and resistor networks.....	48
Table 42 – Constants for temperature dependence of resistors.....	48
Table 43 – Factor $\pi_T$ for resistors .....	49
Table 44 – Inductors, transformers and coils.....	49
Table 45 – Constants for temperature dependence of inductors, transformers and coils .....	49
Table 46 – Factor $\pi_T$ for inductors, transformers and coils .....	50

Table 47 – Microwave devices .....	50
Table 48 – Other passive components .....	51
Table 49 – Electrical connections.....	52
Table 50 – Connectors and sockets .....	52
Table 51 – Relays.....	53
Table 52 – Factor $\pi_{ES}$ for low current relays .....	54
Table 53 – Factor $\pi_{ES}$ for general purpose relays .....	54
Table 54 – Factor $\pi_{ES}$ for automotive relays.....	55
Table 55 – Constants for temperature dependence of relays.....	55
Table 56 – Factor $\pi_T$ for relays .....	55
Table 57 – Switches and push-buttons.....	56
Table 58 – Factor $\pi_{ES}$ for switches and push-buttons for low electrical stress.....	57
Table 59 – Factor $\pi_{ES}$ for switches and push-buttons for higher electrical stress .....	57
Table 60 – Signal and pilot lamps .....	57
Table 61 – Factor $\pi_U$ for signal and pilot lamps.....	58
Table A.1 – Failure modes: ICs (digital) .....	59
Table A.2 – Failure modes: transistors, diodes, optocouplers.....	60
Table A.3 – Failure modes: LEDs.....	60
Table A.4 – Failure modes: laser diodes and modules .....	60
Table A.5 – Failure modes: photodiodes and receiver modules .....	60
Table A.6 – Failure modes: capacitors .....	61
Table A.7 – Failure modes: resistors, inductive devices, relays.....	61
Table B.1 – Thermal resistance as a function of package type, pin number and airflow factor .....	65
Table B.2 – Typical values of $\nu$ are $K$ .....	65
Table B.3 – Values of $P_{DC}$ and $P_f$ .....	66
Table E.1 – Useful life limitations for switches and keyboards.....	86
Table F.1 – Failure mechanism for Integrated circuits .....	88
Table G.1 – Reliability prediction database attributes.....	95
Table H.1 – Result of calculation for transistors common, low frequency.....	99
Table H.2 – Sources of reliability data (in alphabetical order).....	99
Table I.1 – Classification tree (IEC 61360-4).....	103



## 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 third edition cancels and replaces the second edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision. This third edition is a merger of IEC 61709:2011 and IEC TR 62380:2004.

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

- a) addition of 4.5 Components choice, 4.6 Reliability growth during the deployment phase of new equipment, 4.7 How to use this document, and of Clause 19 Printed circuit boards (PCB) and Clause 20 Hybrid circuits with respect to IEC TR 62380;
- b) addition of failure modes of components in Annex A;

- c) modification of Annex B, Thermal model for semiconductors, adopted and revised from IEC TR 62380;
- d) modification of Annex D, Considerations on mission profile;
- e) modification of Annex E, Useful life models, adopted and revised from IEC TR 62380;
- f) revision of Annex F (former B.2.6.4), Physics of failure;
- g) addition of Annex G (former Annex C), Considerations for the design of a data base on failure rates, complemented with parts of IEC 60319;
- h) addition of Annex H, Potential sources of failure rate data and methods of selection;
- i) addition of Annex J, Presentation of component reliability data, based on IEC 60319.

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

FDIS	Report on voting
56/1714/FDIS	56/1721/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.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

The contents of the corrigendum of October 2019 have been included in this copy.

## INTRODUCTION

This document is intended for the reliability prediction of electric 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 document 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 from reference conditions 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 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. The predictions generated using this document have a wide range of prediction accuracy.

This document 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 document also contains information on how to select the data that can be used in the presented models.

The failure rates considered in this document are assumed to be constant, either for an unlimited period of operation (general case) or for limited periods. The limitation of life is called useful life and applies only for some few component families, reaching the wear-out failure period (during which the failure rate is increasing) within the normal period of use. It is hence assumed that during useful life, the failure rate can be considered constant for any practical use.

For the purposes of this document the term electric component includes the commonly used terms “electronic component”, “electrical component” and “electro-mechanical component”.

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

## **1 Scope**

This document gives guidance on the use of failure rate data for reliability prediction of electric components used in equipment.

The method presented in this document uses the concept of reference conditions which are the typical values of stresses that are observed by components in the majority of applications.

Reference conditions are useful since they provide a known standard basis from which failure rates can be modified to account for differences in environment from the environments taken as reference conditions. Each user can use the reference conditions defined in this document or use their own. When failure rates stated at reference conditions are used it allows 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 failure rate data given at these reference conditions to actual operating conditions when needed and this simplifies the prediction approach. Conversion of failure rate data is only possible within the specified functional limits of the components.

This document 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 document then additional information on the specified conditions can be dispensed with.

This document 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 document assumes that the parts are being used within its useful life. The methods in this document have a general application but are specifically applied to a selection of component types as defined in Clauses 6 to 20 and I.2.

## **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60050-192:2015, *International electrotechnical vocabulary – Part 192: Dependability*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	130
INTRODUCTION.....	132
1 Domaine d'application .....	133
2 Références normatives.....	133
3 Termes, définitions et symboles .....	134
3.1 Termes et définitions .....	134
3.2 Symboles.....	137
4 Contexte et conditions .....	139
4.1 Modes de défaillance et mécanismes.....	139
4.2 Modélisation thermique.....	139
4.3 Considérations relatives au profil de mission .....	140
4.3.1 Généralités.....	140
4.3.2 Conditions de fonctionnement et de non-fonctionnement .....	140
4.3.3 Dormance.....	140
4.3.4 Stockage .....	140
4.4 Conditions d'environnement.....	141
4.5 Choix des composants.....	143
4.6 Croissance de la fiabilité pendant la phase de déploiement du nouvel équipement.....	144
4.7 Méthode d'utilisation du présent document .....	145
5 Conditions de référence et modèles de contraintes génériques .....	146
5.1 Conditions de référence génériques recommandées .....	146
5.2 Modèles de contraintes génériques.....	147
5.2.1 Généralités.....	147
5.2.2 Facteur de contrainte applicable à l'influence de la tension, $\pi_U$ .....	148
5.2.3 Facteur de contrainte applicable à l'influence du courant, $\pi_I$ .....	148
5.2.4 Facteur de contrainte applicable à l'influence de la température, $\pi_T$ .....	149
5.2.5 Facteur d'environnement, $\pi_E$ .....	150
5.2.6 Influence de la fréquence de manœuvre, $\pi_S$ .....	151
5.2.7 Influence des contraintes électriques, $\pi_{ES}$ .....	151
5.2.8 Autres facteurs d'influence .....	151
6 Circuits intégrés à semiconducteurs .....	152
6.1 Conditions de référence spécifiques .....	152
6.2 Modèles de contraintes spécifiques .....	154
6.2.1 Généralités.....	154
6.2.2 Influence de la tension, facteur $\pi_U$ .....	154
6.2.3 Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	155
7 Composants discrets à semiconducteurs .....	157
7.1 Conditions de référence spécifiques .....	157
7.2 Modèles de contraintes spécifiques .....	158
7.2.1 Généralités.....	158
7.2.2 Influence de la tension pour les transistors, facteur $\pi_U$ .....	159
7.2.3 Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	159

8	Composants optoélectroniques .....	161
8.1	Conditions de référence spécifiques .....	161
8.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	163
8.2.1	Généralités .....	163
8.2.2	Influence de la tension, facteur $\pi_U$ .....	164
8.2.3	Influence du courant, facteur $\pi_I$ .....	164
8.2.4	Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	164
9	Condensateurs .....	167
9.1	Conditions de référence spécifiques .....	167
9.2	Modèle de contrainte spécifique .....	167
9.2.1	Généralités .....	167
9.2.2	Influence de la tension, facteur $\pi_U$ .....	168
9.2.3	Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	169
10	Résistances et réseaux de résistances .....	171
10.1	Conditions de référence spécifiques .....	171
10.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	172
10.2.1	Généralités .....	172
10.2.2	Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	172
11	Inductances, transformateurs et bobines .....	173
11.1	Conditions de référence .....	173
11.2	Modèle de contrainte spécifique .....	173
11.2.1	Généralités .....	173
11.2.2	Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	173
12	Dispositifs pour hyperfréquences .....	174
12.1	Conditions de référence spécifiques .....	174
12.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	175
13	Autres composants passifs .....	175
13.1	Conditions de référence spécifiques .....	175
13.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	176
14	Connexions électriques .....	176
14.1	Conditions de référence spécifiques .....	176
14.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	176
15	Connecteurs et supports .....	177
15.1	Conditions de référence .....	177
15.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	177
16	Relais .....	177
16.1	Conditions de référence .....	177
16.2	Modèles de contraintes spécifiques .....	178
16.2.1	Généralités .....	178
16.2.2	Influence de la fréquence de manœuvre, facteur $\pi_S$ .....	178
16.2.3	Influence des contraintes électriques, facteur $\pi_{ES}$ .....	178
16.2.4	Influence de la température, facteur $\pi_T$ .....	179
17	Commutateurs et boutons poussoirs .....	180
17.1	Conditions de référence spécifiques .....	180
17.2	Modèle de contrainte spécifique .....	180

17.2.1	Généralités .....	180
17.2.2	Influence des contraintes électriques, facteur $\pi_{ES}$ .....	181
18	Lampes de signalisation et lampes témoins .....	182
18.1	Conditions de référence spécifiques .....	182
18.2	Modèle de contrainte spécifique .....	182
18.2.1	Généralités .....	182
18.2.2	Influence de la tension, facteur $\pi_U$ .....	182
19	Cartes de circuits imprimés (PCB) .....	183
20	Circuits hybrides .....	183
	Annexe A (normative) Modes de défaillances des composants .....	184
	Annexe B (informative) Modèle thermique pour semiconducteurs .....	188
B.1	Modèle thermique .....	188
B.2	Calcul de la température de jonction .....	189
B.3	Évaluation de la résistance thermique .....	190
B.4	Puissance dissipée d'un circuit intégré $P$ .....	191
	Annexe C (informative) Prévision des taux de défaillance .....	194
C.1	Généralités .....	194
C.2	Prévision des taux de défaillance pour les ensembles .....	194
C.2.1	Généralités .....	194
C.2.2	Hypothèses et limites .....	195
C.2.3	Processus de prévision du taux de défaillance .....	196
C.2.4	Modèles de prévision .....	196
C.2.5	Autres méthodes de prévision de fiabilité .....	198
C.2.6	Considérations relatives à la validité des modèles et des prévisions de fiabilité .....	199
C.3	Considérations relatives aux composants .....	200
C.3.1	Modèle de composant .....	200
C.3.2	Classification des composants .....	200
C.4	Considérations d'ordre général relatives au taux de défaillance .....	200
C.4.1	Généralités .....	200
C.4.2	Comportement général du taux de défaillance des composants .....	201
C.4.3	Valeurs prévues du taux de défaillance .....	202
C.4.4	Sources de variation des taux de défaillance .....	203
	Annexe D (informative) Considérations sur le profil de mission .....	204
D.1	Généralités .....	204
D.2	Dormance .....	204
D.3	Profil de mission .....	205
D.4	Exemple de profil de mission .....	206
	Annexe E (informative) Modèles de durée de vie .....	208
E.1	Généralités .....	208
E.2	Transistors de puissance .....	208
E.3	Optocoupleurs .....	208
E.3.1	Durée de vie $L$ .....	208
E.3.2	Facteur $L_0$ .....	209
E.3.3	Facteur $\kappa_0$ .....	209
E.3.4	Facteur $\kappa_1$ .....	210
E.3.5	Facteur $\kappa_2$ .....	210

E.3.6	Facteur $\kappa_3$ .....	210
E.4	LED et modules de LED .....	211
E.4.1	Durée de vie $L$ .....	211
E.4.2	Facteur $L_0$ .....	211
E.4.3	Facteur $\kappa_0$ .....	212
E.4.4	Facteur $\kappa_1$ .....	212
E.4.5	Facteur $\kappa_2$ .....	213
E.4.6	Facteur $\kappa_3$ .....	213
E.5	Condensateurs à l'aluminium à électrolyte non solide .....	213
E.6	Relais .....	214
E.7	Commutateurs et claviers .....	214
E.8	Connecteurs .....	214
Annexe F (informative)	Physique de défaillance .....	215
F.1	Généralités .....	215
F.2	Mécanismes de défaillance des circuits intégrés .....	216
Annexe G (informative)	Considérations sur la conception d'une base de données concernant les taux de défaillance .....	217
G.1	Généralités .....	217
G.2	Acquisition de données – processus de collecte .....	217
G.3	Type de données à collecter et méthode de collecte des données .....	217
G.4	Calcul et processus décisionnel .....	218
G.5	Descriptions des données .....	218
G.6	Identification des composants .....	219
G.6.1	Généralités .....	219
G.6.2	Identification des composants .....	219
G.6.3	Technologie du composant .....	219
G.7	Spécification des composants .....	220
G.7.1	Généralités .....	220
G.7.2	Spécification électrique des composants .....	220
G.7.3	Spécification environnementale des composants .....	220
G.8	Données d'exploitation .....	220
G.8.1	Généralités .....	220
G.8.2	Conditions réelles d'exploitation .....	220
G.8.3	Données relatives aux défaillances en exploitation .....	221
G.9	Données d'essai .....	221
G.9.1	Généralités .....	221
G.9.2	Conditions d'essai réelles .....	222
G.9.3	Données relatives aux défaillances en essai .....	222
G.10	Éléments de la base de données de taux de défaillance .....	223
Annexe H (informative)	Sources potentielles de données de taux de défaillance et méthodes de sélection .....	225
H.1	Généralités .....	225
H.2	Sélection des sources de données .....	225
H.3	Données de l'utilisateur .....	226
H.4	Données du fabricant .....	226
H.5	Données de fiabilité issues de recueils .....	227
H.5.1	Généralités .....	227
H.5.2	Utilisation des données issues de recueils avec le présent document .....	227
H.5.3	Liste de recueils disponibles .....	228



Annexe I (informative) Présentation générale de la classification des composants.....	231
I.1 Généralités .....	231
I.2 Système décrit dans l'IEC 61360.....	231
I.3 Autres systèmes .....	240
I.3.1 Généralités .....	240
I.3.2 Numéros de nomenclature OTAN .....	240
I.3.3 Code SPSC des Nations unies .....	240
I.3.4 STEP/EXPRESS.....	240
I.3.5 IECQ .....	240
I.3.6 ECALS .....	240
I.3.7 ISO 13584 .....	241
I.3.8 Spécifications militaires (MIL).....	241
Annexe J (informative) Présentation des données de fiabilité des composants .....	242
J.1 Généralités .....	242
J.2 Identification des composants .....	242
J.2.1 Généralités.....	242
J.2.2 Identification des composants.....	243
J.2.3 Technologie du composant.....	243
J.3 Spécification des composants .....	243
J.3.1 Généralités.....	243
J.3.2 Spécification électrique des composants .....	243
J.3.3 Spécification environnementale des composants .....	244
J.4 Données d'essai .....	244
J.4.1 Généralités.....	244
J.4.2 Conditions d'essai réelles .....	244
J.5 Données relatives aux défaillances en essai .....	244
Annexe K (informative) Exemples .....	246
K.1 Circuit intégré .....	246
K.2 Transistor .....	246
K.3 Condensateur .....	246
K.4 Relais .....	247
Bibliographie.....	248
Figure 1 – Comparaison des facteurs $\pi_T$ traduisant l'influence de la température pour les circuits intégrés CMOS.....	146
Figure 2 – Choix des zones de contraintes conformément aux conditions de fonctionnement du courant et de la tension .....	178
Figure 3 – Choix des zones de contraintes conformément aux conditions de fonctionnement du courant et de la tension.....	181
Figure B.1 – Températures à l'intérieur de l'équipement .....	189
Figure B.2 – Modèle de résistance thermique .....	190
Figure D.1 – Profil de mission.....	206
Tableau 1 – Environnements de base .....	142
Tableau 2 – Valeurs des agents environnementaux pour des environnements de base.....	143
Tableau 3 – Conditions de référence recommandées pour les contraintes environnementales et mécaniques .....	147

Tableau 4 – Facteur d'environnement, $\pi_E$ .....	151
Tableau 5 – Mémoire .....	152
Tableau 6 – Microprocesseurs et périphériques, microcontrôleurs et processeurs de signaux.....	152
Tableau 7 – Familles logiques numériques et interfaces de bus, circuit de commande et circuit récepteur de bus .....	153
Tableau 8 – Circuits intégrés analogiques.....	153
Tableau 9 – Circuits intégrés spécifiques (ASIC) .....	154
Tableau 10 – Constantes pour l'influence de la tension.....	155
Tableau 11 – Facteur $\pi_U$ pour les circuits intégrés numériques CMOS .....	155
Tableau 12 – Facteur $\pi_U$ pour les circuits intégrés analogiques bipolaires .....	155
Tableau 13 – Constantes pour l'influence de la température .....	155
Tableau 14 – Facteur $\pi_T$ pour les circuits intégrés (sauf mémoire EPROM, FLASH-EPROM, OTPROM, EEPROM, EAROM) .....	156
Tableau 15 – Facteur $\pi_T$ pour mémoires EPROM, FLASH-EPROM, OTPROM, EEPROM, EAROM.....	156
Tableau 16 – Transistors communs, à basse fréquence .....	157
Tableau 17 – Transistors, hyperfréquences (par exemple RF > 800 MHz).....	157
Tableau 18 – Diodes.....	158
Tableau 19 – Semiconducteurs de puissance .....	158
Tableau 20 – Constantes pour l'influence de la tension pour les transistors .....	159
Tableau 21 – Facteur $\pi_U$ pour les transistors .....	159
Tableau 22 – Constantes pour l'influence de la température pour les composants discrets à semiconducteurs.....	159
Tableau 23 – Facteur $\pi_T$ pour les transistors, les diodes de référence et les diodes pour hyperfréquences .....	160
Tableau 24 – Facteur $\pi_T$ pour les diodes (sauf les diodes de référence et les diodes pour hyperfréquences) et les semiconducteurs de puissance .....	160
Tableau 25 – Récepteurs de signaux optoélectroniques à semiconducteurs .....	161
Tableau 26 – LED (diodes électroluminescentes), IRED (diodes infrarouges), diodes laser et composants d'émetteurs .....	162
Tableau 27 – Optocoupleurs et barrières photoélectriques.....	162
Tableau 28 – Composants optiques passifs .....	162
Tableau 29 – Émetteur-récepteur, transpondeur et sous-équipement optique .....	163
Tableau 30 – Constantes pour l'influence de la tension sur les phototransistors .....	164
Tableau 31 – Facteur $\pi_U$ pour les phototransistors .....	164
Tableau 32 – Constantes pour l'influence du courant sur les LED et IRED .....	164
Tableau 33 – Facteur $\pi_I$ pour les LED et les IRED .....	164
Tableau 34 – Constantes pour l'influence de la température sur les composants optoélectroniques .....	165
Tableau 35 – Facteur $\pi_T$ pour les composants optiques.....	166
Tableau 36 – Condensateurs .....	167
Tableau 37 – Constantes pour l'influence de la tension sur les condensateurs.....	168

Tableau 38 – Facteur $\pi_U$ pour les condensateurs .....	169
Tableau 39 – Constantes pour l'influence de la température sur les condensateurs .....	170
Tableau 40 – Facteur $\pi_T$ pour les condensateurs .....	171
Tableau 41 – Résistances et réseaux de résistances .....	172
Tableau 42 – Constantes pour l'influence de la température sur les résistances .....	172
Tableau 43 – Facteur $\pi_T$ pour les résistances .....	173
Tableau 44 – Inductances, transformateurs et bobines .....	173
Tableau 45 – Constantes pour l'influence de la température sur les inductances, transformateurs et bobines .....	174
Tableau 46 – Facteur $\pi_T$ pour les inductances, transformateurs et bobines .....	174
Tableau 47 – Dispositifs pour hyperfréquences .....	175
Tableau 48 – Autres composants passifs .....	176
Tableau 49 – Connexions électriques .....	176
Tableau 50 – Connecteurs et supports .....	177
Tableau 51 – Relais .....	177
Tableau 52 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les relais à faible courant .....	179
Tableau 53 – Facteur $\pi_{ES}$ pour relais d'usage général .....	179
Tableau 54 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les relais pour l'automobile .....	179
Tableau 55 – Constantes pour l'influence de la température sur les relais .....	180
Tableau 56 – Facteur $\pi_T$ pour les relais .....	180
Tableau 57 – Commutateurs et boutons-poussoirs .....	180
Tableau 58 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les commutateurs et boutons poussoirs pour faibles contraintes électriques .....	181
Tableau 59 – Facteur $\pi_{ES}$ pour les commutateurs et boutons poussoirs pour contraintes électriques plus élevées .....	182
Tableau 60 – Lampes de signalisation et lampes témoins .....	182
Tableau 61 – Facteur $\pi_U$ pour les lampes de signalisation et les lampes témoins .....	183
Tableau A.1 – Modes de défaillances: Circuits intégrés (numériques) .....	184
Tableau A.2 – Modes de défaillances: transistors, diodes, optocoupleurs .....	185
Tableau A.3 – Modes de défaillances: diodes électroluminescentes (LED) .....	185
Tableau A.4 – Modes de défaillances: diodes laser et modules .....	185
Tableau A.5 – Modes de défaillances: modules de photodiodes et de récepteurs .....	186
Tableau A.6 – Modes de défaillances: condensateurs .....	186
Tableau A.7 – Modes de défaillances: résistances, appareils inductifs, relais .....	187
Tableau B.1 – Résistance thermique en fonction du type de boîtier, du numéro de broche et du facteur de circulation d'air .....	191
Tableau B.2 – Valeurs typiques de $\nu$ et $K$ .....	191
Tableau B.3 – Valeurs de $R_{DC}$ et $R_f$ .....	192
Tableau E.1 – Limitations de la durée de vie des commutateurs et claviers .....	214
Tableau F.1 – Mécanismes de défaillance des circuits intégrés .....	216
Tableau G.1 – Éléments d'une base de données pour la prévision de fiabilité .....	224
Tableau H.1 – Résultat du calcul pour les transistors communs à basse fréquence .....	228

Tableau H.2 – Sources de données de fiabilité (par ordre alphabétique).....	228
Tableau I.1 – Arbre de classification (IEC 61360-4) .....	232

## 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 Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 61709 a été établie par le comité d'études 56 de l'IEC: Sûreté de fonctionnement.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique. Cette troisième édition constitue une fusion entre l'IEC 61709:2011 et l'IEC TR 62380:2004.

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

- a) ajout de 4.5 Choix des composants, 4.6 Croissance de la fiabilité pendant la phase de déploiement du nouvel équipement, 4.7 Méthode d'utilisation du présent document et de l'Article 19 Circuits imprimés (PCB) et de l'Article 20 Circuits hybrides par rapport à l'IEC TR 62380;

- b) ajout des modes de défaillance des composants à l'Annexe A;
- c) modification de l'Annexe B, Modèle thermique pour semiconducteurs, adoptée de l'IEC TR 62380 et révisée;
- d) modification de l'Annexe D, Considérations sur le profil de mission;
- e) modification de l'Annexe E, Modèles de durée de vie, adoptée de l'IEC TR 62380 et révisée;
- f) révision de l'Annexe F (ancien Paragraphe B.2.6.4), Physique de défaillance;
- g) ajout de l'Annexe G (ancienne Annexe C), Considérations sur la conception d'une base de données de taux de défaillance, complétée par des parties de l'IEC 60319;
- h) Ajout de l'Annexe H, Sources potentielles de données de taux de défaillance et méthodes de sélection;
- i) Ajout de l'Annexe J, Présentation des données de fiabilité des composants, d'après l'IEC 60319.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1714/FDIS	56/1721/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/IEC, 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 l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

Le contenu du corrigendum d'octobre 2019 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## INTRODUCTION

Le présent document est destiné aux prévisions de fiabilité des composants électriques utilisés dans les équipements et s'adresse aux organismes qui disposent de leurs propres données. Il décrit par ailleurs les méthodes pour établir et utiliser ces données afin de réaliser des prévisions de fiabilité.

Le présent document 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 le présent document 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 contraintes présentés permet d'extrapoler les taux de défaillance des conditions de référence à 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. Elle peut servir, par exemple, à mettre en évidence de possibles défauts de fiabilité, à mettre au point les principes de logistique de maintenance et à évaluer des conceptions.

Les modèles de contraintes exposés dans le présent document sont génériques et aussi simples que possible, tout en pouvant toujours être comparés aux équations plus complexes propres à d'autres modèles. Les prévisions générées à l'aide du présent document affichent un niveau d'exactitude élevé.

Le présent document 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. Le présent document apporte également des informations sur la méthode de sélection des données pouvant être utilisées dans les modèles présentés.

Il est fait l'hypothèse que les taux de défaillance envisagés dans le présent document sont constants, soit pendant une période de fonctionnement illimitée (cas général), soit pendant des périodes limitées. La limitation de la vie est appelée durée de vie utile et s'applique uniquement à certaines familles de composants qui atteignent la période de défaillance par usure (au cours de laquelle le taux de défaillance augmente) pendant la période normale d'utilisation. Par conséquent, il est fait l'hypothèse que pendant la durée de vie, le taux de défaillance peut être considéré comme constant pour une utilisation pratique quelconque.

Pour les besoins du présent document, le terme composant électrique inclut les termes "composant électronique", "composant électrique" et "composant électromécanique" couramment utilisés.

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

## **1 Domaine d'application**

Le présent document donne des recommandations concernant l'utilisation des données de taux de défaillance pour les prévisions de fiabilité de composants électriques utilisés dans les équipements.

La méthode exposée dans le présent document utilise le concept des conditions de référence, qui sont les valeurs typiques des contraintes observées sur les composants dans la plupart des applications.

Les conditions de référence sont utiles dans la mesure où elles fournissent une base normalisée connue à partir de laquelle les taux de défaillance peuvent être modifiés afin de prendre en compte les différences observées dans l'environnement en fonction des environnements pris comme conditions de référence. Chaque utilisateur peut appliquer les conditions de référence définies dans le présent document ou bien appliquer ses propres conditions de référence. Lorsque les taux de défaillance indiqués dans les conditions de référence sont utilisés, cela permet de réaliser des prévisions de fiabilité réalistes dès la première phase de conception.

Les modèles de contraintes décrits dans le présent document 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.

Le présent document 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 contraintes fournis. Les conditions de référence pour les données de taux de défaillance sont définies, 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 au présent document, il est possible de se dispenser d'information supplémentaire sur les conditions définies.

Le présent document 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 le présent document pose comme hypothèse l'utilisation des éléments au cours de leur durée de vie. Les méthodes décrites dans le présent document ont une application générale, mais s'appliquent spécifiquement à une sélection de types de composants définis de l'Article 6 à l'Article 20 et en I.2.

## **2 Références normatives**

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).



IEC 60050-192:2015, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 192: Sûreté de fonctionnement*