

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1709**

Première édition  
First edition  
1996-10

---

---

**Composants électroniques –**

**Fiabilité –**

**Conditions de référence pour les taux de  
défaillance et modèles d'influence des  
contraintes pour la conversion**

**Electronic components –**

**Reliability –**

**Reference conditions for failure rates  
and stress models for conversion**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1709: 1996

## Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
1709

Première édition  
First edition  
1996-10

---

---

**Composants électroniques –**

**Fiabilité –**

**Conditions de référence pour les taux de  
défaillance et modèles d'influence des  
contraintes pour la conversion**

**Electronic components –**

**Reliability –**

**Reference conditions for failure rates  
and stress models for conversion**

© CEI 1996 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

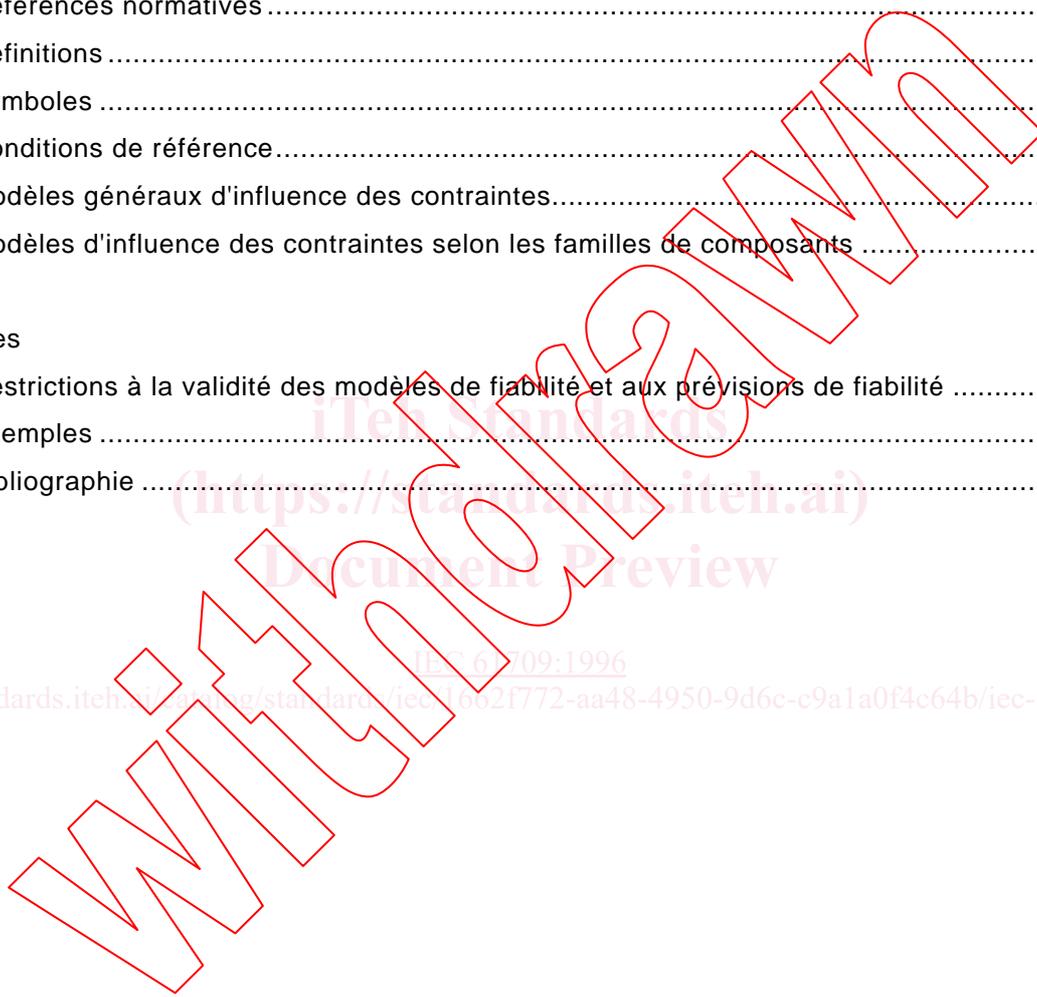
CODE PRIX  
PRICE CODE

X

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	6
Articles	
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives .....	8
3 Définitions .....	8
4 Symboles .....	10
5 Conditions de référence.....	14
6 Modèles généraux d'influence des contraintes.....	20
7 Modèles d'influence des contraintes selon les familles de composants .....	26
Annexes	
A Restrictions à la validité des modèles de fiabilité et aux prévisions de fiabilité .....	66
B Exemples .....	76
C Bibliographie .....	82



iteh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 61709:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/1662f772-aa48-4950-9d6c-c9a1a0f4c64b/iec-61709-1996>

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	7
Clause	
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Definitions .....	9
4 Symbols .....	11
5 Reference conditions .....	15
6 Generic stress models .....	21
7 Specific stress models .....	27
Annexes	
A Limitations of reliability models and predictions .....	67
B Examples .....	77
C Bibliography .....	83

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES – Fiabilité – Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles d'influence des contraintes pour la conversion

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, 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 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 1709 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
56/494/FDIS	56/534/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.

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC COMPONENTS –**  
**Reliability –**  
**Reference conditions for failure rates**  
**and stress models for conversion**

## 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 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. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1709 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/494/FDIS	56/534/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.

Annexes A, B and C are for information only.

## INTRODUCTION

Il est utile de disposer de données sur les taux de défaillance au cours de la phase de conception d'un équipement électronique. On peut s'en servir pour mettre en évidence de possibles anomalies de fiabilité, pour mettre au point les principes de logistique de maintenance, pour évaluer des conceptions et faire des prévisions de fiabilité. Les prévisions de fiabilité ont avant tout un caractère de probabilité; elles sont faites à partir des valeurs de taux de défaillance de composants électroniques. Il convient que ces prévisions soient réalisées avant la fabrication du matériel et/ou avant le début de la procédure d'approvisionnement d'un équipement.

L'utilisation de valeurs de taux de défaillance non validées pour les prévisions de fiabilité peut conduire à des inexactitudes. Ces inexactitudes peuvent être réduites en traitant en conséquence les données de défaillance utilisées afin d'en retirer les informations sur des interventions qui ne correspondent pas véritablement à des défaillances. Il convient, dans les données de taux de défaillance, d'inclure la définition des critères de défaillance ainsi que la nature des contraintes mécaniques et électriques qui sont à l'origine des défaillances de composants. La présente Norme internationale est un guide qui permet de remonter aux conditions de référence de composants pour lesquelles les taux de défaillance en exploitation ont été spécifiés. Il est ensuite possible, en se servant de modèles d'influence des contraintes, d'extrapoler ces données à d'autres conditions de fonctionnement. L'annexe A donne quelques limitations d'emploi de ces modèles. Cette norme ne remplace pas les autres recueils de données valides.

Les conditions de référence choisies sont représentatives de la plupart des applications des composants dans les équipements (par exemple les télécommunications, les calculateurs). On suppose dans cette norme que le taux de défaillance donné dans les conditions de référence est représentatif du composant, c'est-à-dire qu'il tient compte des effets de la complexité, du type de boîtier, de l'influence des fabricants et des procédés de fabrication, etc.

Les valeurs des taux de défaillance à utiliser avec cette norme résulteront d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur du composant et proviendront d'une ou de plusieurs des sources suivantes: un recueil du constructeur de l'équipement, un recueil de l'utilisateur de l'équipement, un recueil du fabricant de composant ou un recueil d'une tierce partie indépendante. Il est recommandé d'utiliser les sources de données les plus récentes qui soient disponibles et applicables au produit et à ses conditions d'emploi particulières. De préférence, il convient de tirer les données de taux de défaillance de résultats d'exploitation.

Cette norme donne les facteurs de contraintes pour différentes conditions. Pour chaque famille de composants, elle donne une valeur moyenne correspondant à des fabricants divers. Lorsque les conditions réelles d'emploi sont très voisines des conditions de référence, on peut – en première approximation – utiliser directement les taux de défaillance observés, après validation. Il convient de se servir des facteurs de contraintes de cette norme lorsque leur validité est reconnue, ou bien de s'en servir en tant qu'approximation, si l'on ne connaît rien d'autre. Lorsqu'on les utilise, il convient de l'indiquer clairement. Par contre, si on sait que d'autres valeurs de facteurs sont plus appropriées, il convient de spécifier ces autres valeurs et de les utiliser.

## INTRODUCTION

Failure rate data are useful in the design phase of electronic equipment. They can be used to identify potential reliability problems, the planning of logistic support strategies and the evaluation of designs and reliability predictions. Predictions are essentially probability statements which are based on the failure rates of electronic components. These predictions should be carried out before hardware realization and/or the procurement process of an equipment.

Unsubstantiated failure rate data used in reliability predictions can cause inaccuracies. These inaccuracies can be reduced by post processing supplied failure data to remove information on replacements that are not real failures. Failure rate data should include knowledge of the failure criteria and the mechanical and electrical stresses which have resulted in the component failure. This International Standard serves as a guide to describe reference conditions for which field failure rates should be stated. This then allows, by the use of stress models, extrapolation to other operating conditions. Some of the limitations of the models are outlined in annex A. It is not intended to replace other valid handbooks.

The reference conditions adopted are typical of the majority of applications of components in equipment (e.g. telecommunication use, data processing). In this standard it is assumed that the failure rate used under reference conditions is specific to the component i.e. it includes the effect of complexity, technology of the casing, dependence on manufacturers and the manufacturing process, etc.

The component failure rates to be used with this standard are to be determined based upon agreement between the component manufacturer and the component user, using one or more of the following sources: equipment manufacturer data book, equipment user data book, component manufacturer data book or data from an independent third body. Sources should be the latest available that are applicable to the product and its specific use conditions. Ideally, failure rate data should be obtained from the field.

The stress factors for different conditions are specified in this standard. They are typical values for the individual component classes from various manufacturers. When actual conditions of use are in close agreement with reference conditions, then as a first approximation the agreed component failure rates can be used. The stress factors should be used, when they are known to be correct or as an approximation, if nothing else is known. Where they are applied, their use should be clearly stated. If other factors are known to be correct, they should be stated and used.

# COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES –

## Fiabilité –

### Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles d'influence des contraintes pour la conversion

#### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des recommandations pour l'emploi de taux de défaillance destinés à des prévisions de fiabilité de composants d'équipements électroniques. On définit des conditions de référence pour les taux de défaillance de façon à permettre des comparaisons, dans des conditions uniformes, de données de taux de défaillance ayant différentes origines. Si des taux de défaillance sont donnés dans les conditions de cette norme, il n'est pas nécessaire de préciser les conditions exactes. Il est recommandé d'utiliser les modèles des facteurs de contraintes donnés dans cette norme pour passer des taux de défaillance dans les conditions de référence aux taux de défaillance dans les conditions réelles d'emploi. Cette conversion n'est permise que dans les limites de fonctionnement spécifiées pour les composants (voir aussi annexe A).

#### 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. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et 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. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(191): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 721-3-3: 1994, *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*

#### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

**3.1 défaillance:** Cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. [VEI 191-04-01]

**3.2 taux de défaillance:** Limite, si elle existe, du quotient de la probabilité conditionnelle pour que l'instant  $T$  d'une défaillance d'une entité soit compris dans un intervalle de temps donné  $(t, t + \Delta t)$  par la durée  $\Delta t$  de l'intervalle de temps, lorsque  $\Delta t$  tend vers zéro, en supposant que l'entité soit disponible au début de l'intervalle de temps. [VEI 192-12-02]

La caractéristique à préférer pour les données de fiabilité des composants est le taux de défaillance défini dans le VEI 191-12-02 (voir aussi article A.3).

NOTE – Dans cette définition,  $T$  peut aussi représenter la durée de fonctionnement avant défaillance ou la durée de fonctionnement avant la première défaillance selon le cas.

# ELECTRONIC COMPONENTS – Reliability – Reference conditions for failure rates and stress models for conversion

## 1 Scope

This International Standard gives guidance on the use of failure rate data for the reliability prediction of components in electronic equipment. 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 standard then no additional information on the specified conditions is required.

The stress models described in this standard should be used as a basis for conversion of the failure rate data at reference conditions to the actual operating conditions. Conversion of failure rate data are only permissible within the specified functional limits of the components (see annex A).

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and 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. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 721-3-3: 1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weather-protected locations*

## 3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 **failure**: Termination of the ability of an item to perform a required function. [IEV 191-04-01]

3.2 **failure rate**: Limit, if this exists, of the ratio of the conditional probability that the instant of time,  $T$ , of a failure of an item falls within a given time interval,  $(t, t + \Delta T)$  and the length of this interval,  $\Delta T$ , when  $\Delta T$  tends to zero, given that the item is in an up state at the beginning of the time interval. [IEV 191-12-02].

The characteristic preferred for reliability data of electronic components is the failure rate as defined in IEC 191-12-02 (see also A.3).

NOTE In this definition  $T$  may also denote the time to failure or the time to first failure, as the case may be.

**3.3 taux moyen de défaillance:** Moyenne du taux de défaillance sur un intervalle de temps donné. [VEI 191-12-03, modifié]

**3.4 conditions de référence:** Les conditions de référence qui ont été retenues correspondent à la plupart des applications de composants dans les équipements.

**3.5 taux de défaillance de référence:** Taux de défaillance dans les conditions de référence données dans la présente norme.

NOTE – Toutes les valeurs observées de taux de défaillance de référence ne sont pas nécessairement égales, en raison de la nature non quantifiable des procédés de fabrication et de report des composants dans les équipements. Cependant, on constate que les valeurs des taux de défaillance sont assez voisines d'une analyse à une autre. On pense donc que l'utilisation de taux de défaillance de référence peut rendre possibles les comparaisons entre différentes familles de composants et fournir une aide précieuse pour les calculs de fiabilité.

**3.6 critère de défaillance:** Ensemble des conditions qui définissent l'apparition d'une défaillance.

NOTE – Un critère de défaillance dépendra aussi de l'application du composant.

**3.7 mode de fonctionnement:** Le mode de fonctionnement précise si les composants subissent des contraintes en permanence pendant leur utilisation. On distingue le service continu et le service intermittent.

Le service continu est défini comme une utilisation de longue durée avec des charges constantes ou variables (par exemple une commande de procédés, un commutateur téléphonique).

Le service intermittent est une utilisation avec une charge constante ou variable pendant l'état de fonctionnement (par exemple une commande numérique de machine, des feux de signalisation routiers).

**3.8 prévision/prédiction:** Opération ayant pour but le calcul de la ou des valeurs prévues d'une grandeur. [VEI 191-16-01]

NOTE – Les termes «prévision» et «prédiction» désignent aussi la valeur prévue d'une grandeur.

## 4 Symboles

Dans cette norme, les symboles suivants sont utilisés:

$\lambda$	taux de défaillance dans les conditions de fonctionnement
$\lambda_{ref}$	taux de défaillance dans les conditions de référence
$\pi_u$	facteur de tension traduisant l'influence de la tension
$\pi_I$	facteur de courant traduisant l'influence du courant
$\pi_T$	facteur de température traduisant l'influence de la température
$\pi_{ES}$	facteur de contraintes électriques traduisant l'influence des contraintes électriques
$\pi_S$	facteur de fréquence de manoeuvre traduisant l'influence de la fréquence de manoeuvre
$\theta_{amb}$	température ambiante en degrés Celsius
$T_{amb}$	température ambiante en kelvins
$\theta_{amb,ref}$	température ambiante de référence en degrés Celsius
$T_{amb,ref}$	température ambiante de référence en kelvins
$\theta_{ref}$	température de référence en degrés Celsius
$T_{ref}$	température de référence en kelvins

**3.3 mean failure rate:** Mean of the failure rate over a given time interval. [IEV 191-12-03, modified]

**3.4 reference conditions:** Reference conditions selected so as to correspond to the majority of applications of components in equipment.

**3.5 reference failure rate:** Failure rate stated under the reference conditions given in this standard.

NOTE – Reference failure rates are not necessarily equal because of the unquantifiable nature of the manufacturing processes and the assembly stages of components into equipment. However, failure rate values are found in practice to have similarities from one analysis to another. It is therefore suggested that the use of reference failure rate values can provide comparative information between different component categories and act as a useful guide for reliability calculations.

**3.6 failure criterion:** Condition for the presence of a failure.

NOTE – The failure criterion will also depend on the application of the component.

**3.7 operating mode:** Operating mode states whether components are continuously stressed during their operation. A distinction is made between continuous duty and intermittent duty.

Continuous duty is defined as operation for a long duration with constant or changing loads (e.g. process controls, telephone switch).

Intermittent duty is defined as operation with constant or changing loads during up state (e.g. numerical controls for machinery, road traffic signals).

**3.8 prediction:** Process of computation used to obtain the predicted value(s) of a quantity. [IEV 191-16-01]

NOTE – The term “prediction” may also be used to denote the predicted values of a quantity.

## 4 Symbols

In this standard, the following symbols are used:

$\lambda$	failure rate under operating conditions
$\lambda_{\text{ref}}$	failure rate under reference conditions
$\pi_U$	voltage dependence factor
$\pi_I$	current dependence factor
$\pi_T$	temperature dependence factor
$\pi_{\text{ES}}$	electrical stress dependence factor
$\pi_S$	switching rate dependence factor
$\theta_{\text{amb}}$	ambient temperature in degrees Celsius
$T_{\text{amb}}$	ambient temperature in kelvins
$\theta_{\text{amb,ref}}$	reference ambient temperature in degrees Celsius
$T_{\text{amb,ref}}$	reference ambient temperature in kelvins
$\theta_{\text{ref}}$	reference temperature in degrees Celsius
$T_{\text{ref}}$	reference temperature in kelvins

$\Delta T_{ref}$	échauffement propre de référence en degrés Celsius
$\Delta T$	échauffement propre réel en degrés Celsius
$\theta_1$	en degrés Celsius: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour les circuits intégrés: température équivalente de jonction, de référence*;</li> <li>- pour les composants discrets à semiconducteurs et les composants optoélectroniques: température de jonction, de référence;</li> <li>- pour les résistances: température moyenne de référence de l'élément résistif;</li> <li>- pour les inductances: température moyenne de référence du bobinage;</li> <li>- pour les condensateurs: température de référence du condensateur;</li> <li>- pour les autres composants électroniques: température de référence du composant;</li> </ul>
$\theta_2$	en degrés Celsius: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour les circuits intégrés: température équivalente de jonction réelle;</li> <li>- pour les composants discrets à semiconducteurs et les composants optoélectroniques: température de jonction réelle;</li> <li>- pour les résistances: température moyenne réelle de l'élément résistif;</li> <li>- pour les inductances: température moyenne réelle du bobinage;</li> <li>- pour les condensateurs: température réelle du condensateur;</li> <li>- pour les autres composants électroniques: température réelle ambiante du composant.</li> </ul>
$U$	tension de fonctionnement
$U_{ref}$	tension de référence
$U_n$	tension nominale
$I$	courant de fonctionnement
$I_{ref}$	courant de référence
$I_n$	courant nominal
$P$	puissance dissipée en fonctionnement
$P_{ref}$	puissance dissipée de référence
$P_n$	puissance dissipée nominale
$P_{th}$	résistance thermique
$R_{th,amb}$	résistance thermique (vers l'environnement)

\* Dans la CEI 747-1, la température équivalente  $T_{vj}$  est définie comme la température interne équivalente: une température théorique fondée sur une représentation simplifiée du comportement thermique et électrique du dispositif.

NOTES

- 1 Pour les dispositifs à semiconducteurs à jonction, cette température peut s'appeler «température équivalente de jonction».
- 2 La température équivalente n'est pas nécessairement la température du point le plus chaud du dispositif.