

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC STANDARD**

**Publication 147-4**

Première édition — First edition

1976

---

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs  
à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure**

**Quatrième partie: Réception et fiabilité**

---

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices  
and general principles of measuring methods**

**Part 4: Acceptance and reliability**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

## Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Les symboles littéraux pour les dispositifs à semi-conducteurs et les microcircuits intégrés font l'objet de la Publication 148 de la CEI.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

## Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

## Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The letter symbols for semiconductor devices and integrated microcircuits are contained in IEC Publication 148.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

## Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC STANDARD**

**Publication 147-4**

Première édition — First edition

1976

---

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs  
à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure**

**Quatrième partie: Réception et fiabilité**

---

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices  
and general principles of measuring methods**

**Part 4: Acceptance and reliability**

---



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
 CHAPITRE 0: GÉNÉRALITÉS  	
Présentation d'informations de fiabilité provenant d'essais effectués sur les dispositifs à semiconducteurs (voir les Publications 319 et 319A de la CIEI) . . . . .	8
 CHAPITRE I: PRINCIPES GÉNÉRAUX <i>A l'étude</i>  	
 CHAPITRE II: ESSAIS ÉLECTRIQUES  	
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	8
 SECTION UN — DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS  	
2. Exigences générales . . . . .	8
2.1 Conditions pour les essais électriques . . . . .	8
2.2 Durée de l'essai . . . . .	12
2.3 Caractéristiques définissant la défaillance et mesures . . . . .	12
2.4 Critères de défaillances . . . . .	14
2.5 Précautions . . . . .	14
3. Exigences spécifiques . . . . .	16
3.1 Catégories de dispositifs . . . . .	16
3.2 Conditions pour les essais électriques . . . . .	16
3.3 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception . . . . .	16
3.4 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de fiabilité ( <i>à l'étude</i> ) . . . . .	16
3.5 Procédure à suivre dans le cas d'une erreur d'essai . . . . .	16
TABLEAU I: Caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception . . . . .	18
TABLEAU II: Conditions pour les essais électriques pour différentes catégories de dispositifs . . . . .	22
 SECTION DEUX — CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX (CIRCUITS BIPOLAIRES, MOS, À PAILLETES ET HYBRIDES)  	
4. Exigences générales . . . . .	30
4.1 Conditions pour les essais électriques . . . . .	30
4.2 Durée de l'essai . . . . .	30
4.3 Caractéristiques définissant la défaillance et mesures . . . . .	32
4.4 Critères de défaillances . . . . .	32
4.5 Précautions . . . . .	32
5. Exigences spécifiques . . . . .	32
5.1 Catégories de dispositifs . . . . .	32
5.2 Conditions pour les essais électriques . . . . .	34
5.3 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception . . . . .	34
5.4 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de fiabilité ( <i>à l'étude</i> ) . . . . .	34
5.5 Procédure à suivre dans le cas d'une erreur d'essai . . . . .	34
TABLEAU III: Conditions pour les essais électriques . . . . .	36

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5

### CHAPTER 0: GENERAL

Presentation of reliability information resulting from tests on semiconductor devices (see IEC Publications 319 and 319A) . . . . .	9
---	---

### CHAPTER I: GENERAL PRINCIPLES

*Under consideration*

### CHAPTER II: ELECTRICAL TESTS

Clause		Page
1. Scope . . . . .		9

#### SECTION ONE — SEMICONDUCTOR DEVICES

2. General requirements . . . . .		9
2.1 Conditions for electrical tests . . . . .		9
2.2 Duration of test . . . . .		13
2.3 Failure-defining characteristics and measurements . . . . .		13
2.4 Failure criteria . . . . .		15
2.5 Precautions . . . . .		15
3. Specific requirements . . . . .		17
3.1 Device categories . . . . .		17
3.2 Electrical test conditions . . . . .		17
3.3 Failure criteria and failure-defining characteristics for acceptance tests . . . . .		17
3.4 Failure criteria and failure-defining characteristics for reliability tests ( <i>under consideration</i> ) . . . . .		17
3.5 Procedure in case of a testing error . . . . .		17
TABLE I: Failure-defining characteristics for acceptance tests . . . . .		19
TABLE II: Conditions for electrical tests for various device categories . . . . .		23

#### SECTION TWO — DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS (BIPOlar, MOS, MULTI-CHIP AND HYBRID CIRCUITS)

4. General requirements . . . . .		31
4.1 Conditions for electrical tests . . . . .		31
4.2 Duration of test . . . . .		31
4.3 Failure-defining characteristics and measurements . . . . .		33
4.4 Failure criteria . . . . .		33
4.5 Precautions . . . . .		33
5. Specific requirements . . . . .		33
5.1 Device categories . . . . .		33
5.2 Electrical test conditions . . . . .		35
5.3 Failure criteria and failure-defining characteristics for acceptance tests . . . . .		35
5.4 Failure criteria and failure-defining characteristics for reliability tests ( <i>under consideration</i> ) . . . . .		35
5.5 Procedure in case of a testing error . . . . .		35
TABLE III: Electrical test conditions . . . . .		37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS  
À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX  
DES MÉTHODES DE MESURE**

**Quatrième partie: Réception et fiabilité**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés.

Elle a été préparée, dans la mesure du possible, en conformité avec les normes publiées par le Comité d'Etudes N° 56: Fiabilité et maintenabilité. Elle traite de la réception et de la fiabilité des dispositifs à semiconducteurs et des circuits intégrés.

Les travaux sur les essais électriques (chapitre II) pour les dispositifs à semiconducteurs (section un) ont débuté à Leningrad (1969) et se sont poursuivis à Monte-Carlo (1970) et Stockholm (1971). Un projet, document 47(Bureau Central)437, a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en juillet 1972.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce projet:

Afrique du Sud (République d')	Israël	Suède
Allemagne	Italie	Suisse
Australie	Japon	Tchécoslovaquie
Belgique	Pays-Bas	Turquie
Canada	Pologne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Danemark	Portugal	
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	
Finlande	Royaume-Uni	

Le Comité national français a voté contre la publication de ce projet.

A la réunion de Stockholm (1971), quelques modifications au premier projet ont été proposées et leur discussion finale a eu lieu à Munich (1973). Un projet, document 47(Bureau Central)530, a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en juin 1974.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce projet:

Allemagne	Finlande	Royaume-Uni
Argentine	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Espagne	Portugal	
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	

Le Comité national français a voté contre la publication de ce projet.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES  
AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS**

**Part 4: Acceptance and reliability**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 47, Semiconductor Devices and Integrated Circuits.

It has been prepared in conformity with the standards published by Technical Committee No. 56, Reliability and Maintainability, wherever possible. It deals with acceptance and reliability of semiconductor devices and integrated circuits.

The work on electrical tests (Chapter II) for semiconductor devices (Section One) was begun in Leningrad (1969) and continued in Monte Carlo (1970) and Stockholm (1971). A draft, Document 47(Central Office)437, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Australia	Italy	Switzerland
Belgium	Japan	Turkey
Canada	Netherlands	Union of Soviet Socialist Republics
Czechoslovakia	Poland	United Kingdom
Denmark	Portugal	United States of America
Finland	Romania	
Germany	South Africa (Republic of)	
Israel	Sweden	

The French National Committee voted against publication of this draft.

At the Stockholm meeting (1971), some amendments to the first draft were proposed and their final discussion took place in Munich (1973). A draft, Document 47(Central Office)530, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Argentina	Israel	Sweden
Australia	Italy	Switzerland
Belgium	Japan	Turkey
Canada	Netherlands	Union of Soviet Socialist Republics
Czechoslovakia	Poland	United Kingdom
Denmark	Portugal	United States of America
Finland	Romania	
Germany	Spain	

The French National Committee voted against publication of this draft.

Les travaux sur les essais électriques pour les circuits intégrés digitaux (section deux) ont débuté à Stockholm (1971) et se sont poursuivis à Munich (1973). Un projet, document 47(Bureau Central)531, a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en juin 1974.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce projet :

Allemagne	Finlande	Royaume-Uni
Argentine	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	Union des Républiques
Espagne	Portugal	Socialistes Soviétiques
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	

Le Comité national français a voté contre la publication de ce projet.

L'extension du domaine d'application aux circuits intégrés digitaux hybrides a été proposée à Munich (1973) et discutée à La Haye (1974). Il en est résulté un projet, document 47(Bureau Central)555, qui a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en 1975.

Les pays suivants se sont prononcés en faveur de la publication de ce projet :

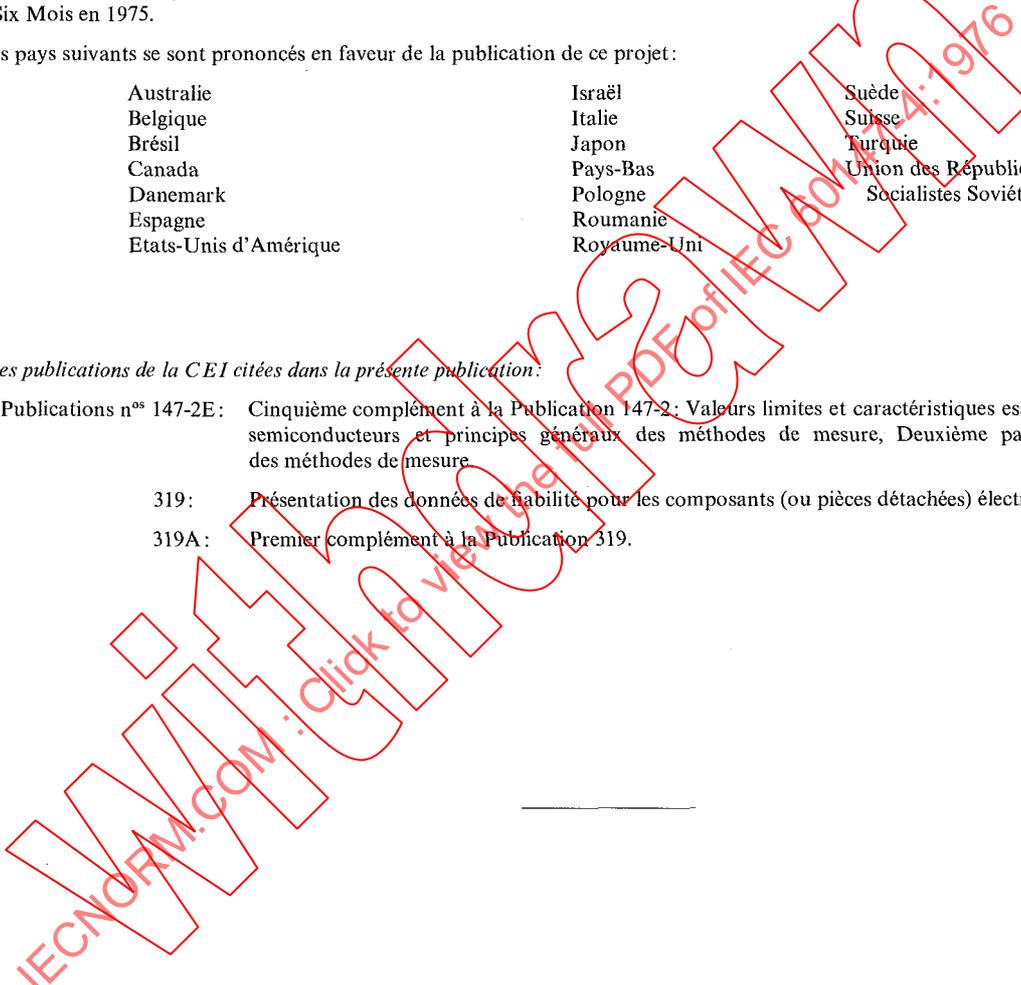
Australie	Israël	Suède
Belgique	Italie	Suisse
Brésil	Japon	Turquie
Canada	Pays-Bas	Union des Républiques
Danemark	Pologne	Socialistes Soviétiques
Espagne	Roumanie	
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni	

*Autres publications de la CEI citées dans la présente publication :*

Publications n<sup>os</sup> 147-2E : Cinquième complément à la Publication 147-2: Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure, Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure.

319: Présentation des données de fiabilité pour les composants (ou pièces détachées) électroniques.

319A: Premier complément à la Publication 319.



The work on electrical tests for digital integrated circuits (Section Two) was begun in Stockholm (1971) and continued in Munich (1973). A draft, Document 47(Central Office)531, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Argentina	Israel	Sweden
Australia	Italy	Switzerland
Belgium	Japan	Turkey
Canada	Netherlands	Union of Soviet
Czechoslovakia	Poland	Socialist Republics
Denmark	Portugal	United Kingdom
Finland	Romania	United States of America
Germany	Spain	

The French National Committee voted against publication of this draft.

An extension of the scope to digital hybrid integrated circuits was proposed in Munich (1973) and discussed in The Hague (1974). As a consequence, a draft, Document 47(Central Office)555, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

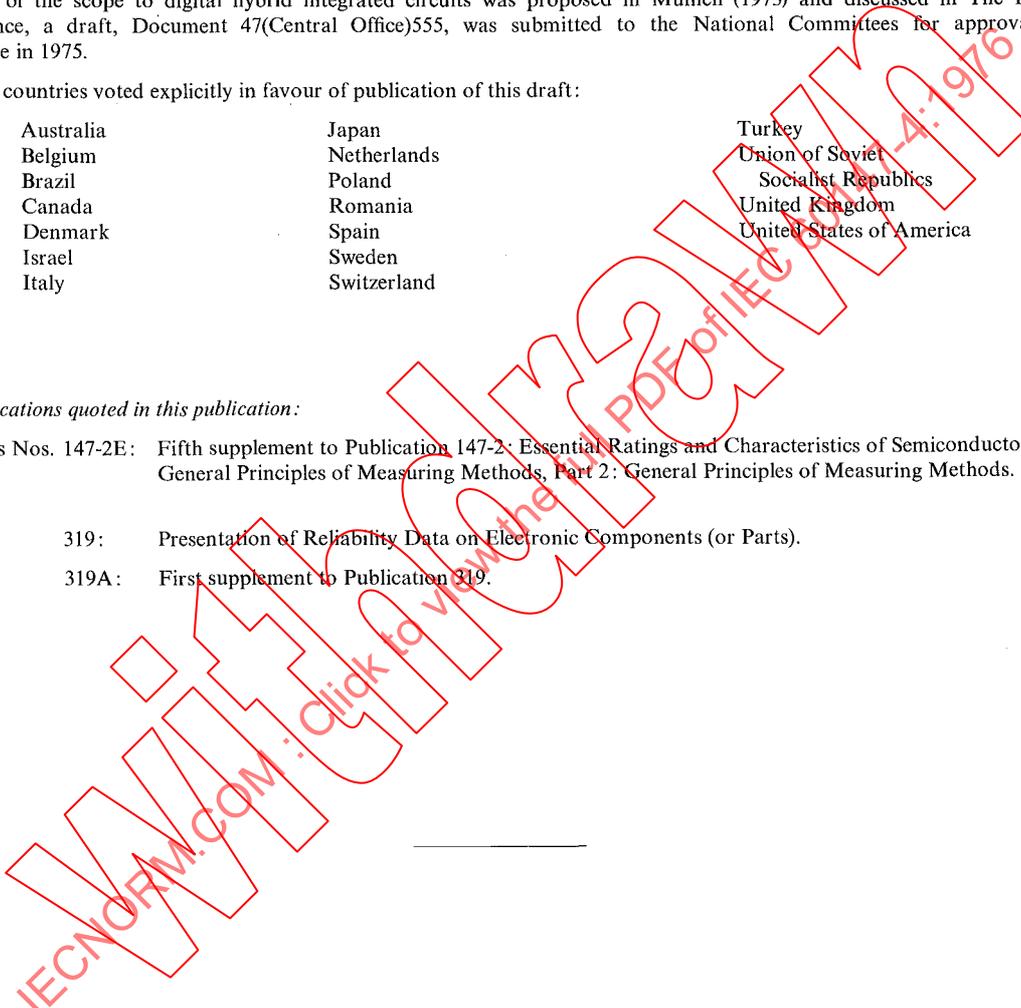
Australia	Japan	Turkey
Belgium	Netherlands	Union of Soviet
Brazil	Poland	Socialist Republics
Canada	Romania	United Kingdom
Denmark	Spain	United States of America
Israel	Sweden	
Italy	Switzerland	

*Other IEC publications quoted in this publication:*

Publications Nos. 147-2E: Fifth supplement to Publication 147-2: Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods, Part 2: General Principles of Measuring Methods.

319: Presentation of Reliability Data on Electronic Components (or Parts).

319A: First supplement to Publication 319.



# VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE

## Quatrième partie: Réception et fiabilité

### CHAPITRE 0: GÉNÉRALITÉS

#### Présentation d'informations de fiabilité provenant d'essais effectués sur les dispositifs à semiconducteurs

Voir les Publications 319 de la CEI: Présentation des données de fiabilité pour les composants (ou pièces détachées) électroniques, et 319A: Premier complément à la Publication 319.

### CHAPITRE I: PRINCIPES GÉNÉRAUX

*A l'étude*

### CHAPITRE II: ESSAIS ÉLECTRIQUES

#### 1. Domaine d'application

Ce chapitre donne les conditions pour les essais électriques, pour différentes conditions de température et différentes durées, ainsi que les caractéristiques utilisées pour définir les défaillances et les critères de défaillances qui sont normalisés pour chaque catégorie de dispositifs. Ceci permet une comparaison unique et facile des données indiquées par différents fabricants, relativement à des essais de réception comme à des essais de fiabilité.

Le premier article de chacune des sections suivantes, intitulé: «Exigences générales», est applicable à toutes les catégories de dispositifs. Les exigences spécifiques, ainsi que certaines caractéristiques ou certains critères, sont énumérés dans le deuxième article.

#### SECTION UN — DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

#### 2. Exigences générales

##### 2.1 Conditions pour les essais électriques

##### 2.1.1 Mode de fonctionnement

Les dispositifs doivent fonctionner en permanence (en continu, en alternatif ou en impulsions, comme il convient) dans la configuration de circuit spécifiée. Dans certains cas, un fonctionnement intermittent ou d'autres modes de fonctionnement peuvent s'avérer nécessaires en tant qu'essais supplémentaires.

##### 2.1.2 Conditions de montage

##### a) Dispositifs à température ambiante spécifiée

La longueur libre des sorties entre le boîtier et le(s) contact(s) ou support(s) est de préférence supérieure à 5 mm pour les dispositifs à sorties sur un seul côté ou sur deux des côtés. Les dispositifs dont la longueur

# ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS

## Part 4: Acceptance and reliability

### CHAPTER 0: GENERAL

#### Presentation of reliability information resulting from tests on semiconductor devices

See IEC Publications 319, Presentation of Reliability Data on Electronic Components (or Parts), and 319A, First supplement to Publication 319.

### CHAPTER I: GENERAL PRINCIPLES

*Under consideration*

### CHAPTER II: ELECTRICAL TESTS

#### 1. Scope

This chapter gives conditions for electrical tests, for different temperature conditions and for different durations, as well as failure-defining characteristics and failure criteria, which are standardized for each device category. This permits a unique and easy comparison of data presented by different manufacturers, relative to acceptance testing as well as to reliability testing.

The first clause of each succeeding section, entitled "General requirements", is applicable to all device categories. The specific requirements, as well as certain characteristics or criteria, are listed in the second clause.

#### SECTION ONE — SEMICONDUCTOR DEVICES

#### 2. General requirements

##### 2.1 Conditions for electrical tests

##### 2.1.1 Mode of operation

The device shall be operated under steady-state (d.c., a.c. or dynamic, as appropriate) conditions in the specified circuit configuration. In some cases, intermittent or other modes of operation may be necessary as supplementary tests.

##### 2.1.2 Mounting conditions

###### a) Ambient rated devices

The free lead length between case and electrical contacts or support(s) should be preferably not less than 5 mm for single-ended or for double-ended devices. Devices with lead length less than 5 mm shall be mounted in

des sorties est inférieure à 5 mm doivent être montés suivant les recommandations des fabricants. Les supports ne doivent pas être à une température inférieure à la température ambiante.

*b) Dispositifs à température de boîtier spécifiée*

Les dispositifs doivent être montés de façon telle que la température de boîtier soit maintenue à la valeur spécifiée.

*2.1.3 Température de fonctionnement*

La température de fonctionnement doit être spécifiée en un point compris entre  $t_{br}$  et  $t$  (voir la figure 1, ci-dessous). La température  $t$  correspond au point 20% comme indiqué dans cette figure.

Cette température de fonctionnement peut être atteinte en partie par suite de la dissipation du dispositif et en partie par la température ambiante.

La température de fonctionnement doit être maintenue à  $\pm 5^\circ\text{C}$  pour les dispositifs à température spécifiée. Pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée, la moyenne des températures des boîtiers doit être maintenue à  $\pm 5^\circ\text{C}$  et chacune des températures des boîtiers individuels doit être maintenue à  $\pm 10^\circ\text{C}$  du point de fonctionnement spécifié.

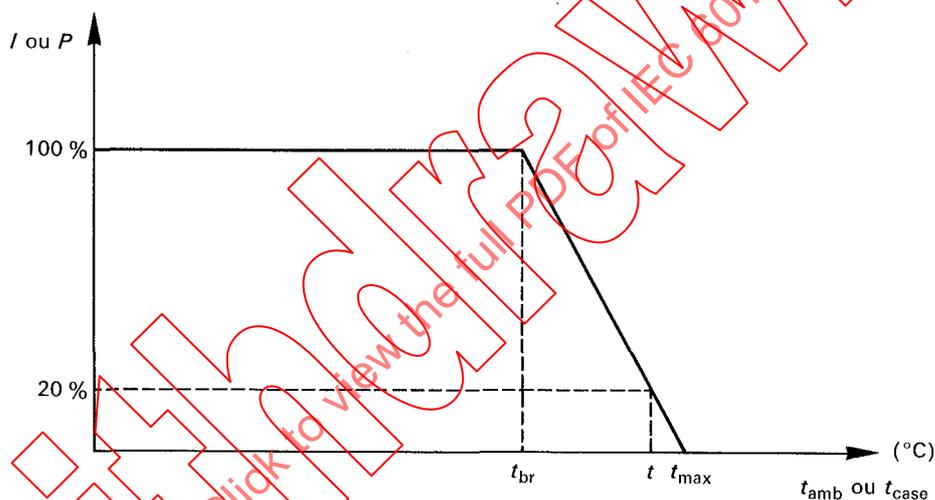


FIG. 1. — Courbe de réduction.

294176

*2.1.4 Tension de fonctionnement*

La tension de fonctionnement doit être celle qui est recommandée dans le tableau II, sauf spécification contraire dans la spécification applicable. Les tolérances initiales, ainsi que toutes les variations pendant le fonctionnement, doivent être comprises entre  $\pm 5\%$  pour les tensions continues et  $\pm 10\%$  pour les tensions en alternatif ou en impulsions.

Dans le cas où l'on exige des essais supplémentaires dans des conditions différentes de celles qui sont indiquées dans le tableau II, on utilisera les combinaisons du paragraphe 2.1.7.

*2.1.5 Dissipation de puissance ou courant*

Les dispositifs à essayer doivent fonctionner à une puissance donnée ou avec un courant donné par la courbe de réduction (voir la figure 1), sauf dans le cas de l'essai de tension inverse à haute température. Les tolérances initiales, ainsi que les variations pendant le fonctionnement, doivent être comprises entre  $\pm 5\%$  pour une puissance ou un courant continu et entre  $\pm 10\%$  pour une puissance ou un courant en alternatif ou en impulsions.

Dans le cas où l'on exige des essais supplémentaires dans des conditions différentes de celles qui sont indiquées dans le tableau II, on utilisera les combinaisons du paragraphe 2.1.7.

*2.1.6 Circuit d'essai*

Voir le tableau II.

accordance with the manufacturers' recommendations. The support(s) shall be at a temperature not lower than the ambient temperature.

b) *Case rated devices*

The devices shall be mounted so that the specified case temperature is maintained.

2.1.3 *Operating temperature*

The operating temperature shall be specified at a point between  $t_{br}$  and  $t$  (see Figure 1, below). Temperature  $t$  corresponds to the 20% point as shown in the figure.

This operating temperature may be reached partly by dissipation of the device and partly by the ambient temperature.

The operating temperature shall be maintained within  $\pm 5^\circ\text{C}$  for ambient rated devices. For case rated devices, the average of the temperatures of the cases shall be maintained within  $\pm 5^\circ\text{C}$  and any individual case temperature shall be maintained within  $\pm 10^\circ\text{C}$  of the specified operating point.

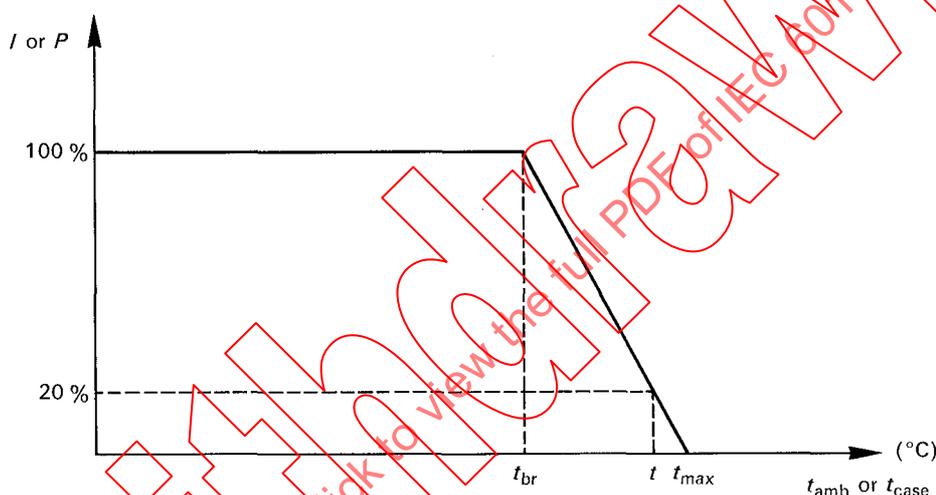


FIG. 1 — Derating curve.

294/76

2.1.4 *Operating voltage*

The operating voltage shall be that recommended in Table II, except when otherwise stated in the relevant specification. Initial tolerances and any variations during operation shall be within  $\pm 5\%$  for d.c. voltages and  $\pm 10\%$  for a.c. or pulse voltages.

Where there is a requirement for additional tests under conditions different from those listed in Table II, the combinations given in Sub-clause 2.1.7 shall be used.

2.1.5 *Power dissipation or current*

The devices under test shall be operated with power dissipation or current according to the derating curve (see Figure 1), except in the case of the high temperature reverse bias test. Initial tolerances and any variations during operation shall be within  $\pm 5\%$  for d.c. power or current and  $\pm 10\%$  for a.c. or pulse power or current.

Where there is a requirement for additional tests under conditions different from those listed in Table II, the combinations given in Sub-clause 2.1.7 shall be used.

2.1.6 *Test circuit*

See Table II.

### 2.1.7 Essais supplémentaires

Si l'on a besoin d'une indication de la variation du taux de défaillance en fonction des conditions de fonctionnement, on recommande les combinaisons de la tension et de la dissipation de puissance ou du courant données dans le tableau suivant :

Tension de fonctionnement	Dissipation de puissance ou courant
100 %	50 % 20 %
50 %	100 % 50 % 20 %
20 %	100 % 50 %

Notes 1. — Les valeurs de 100 % sont relatives aux valeurs recommandées dans le tableau II.

2. — Quelques combinaisons de contraintes indiquées ci-dessus ne peuvent pas s'appliquer sans danger à certaines classes ou types de dispositifs; on déterminera, en l'occurrence les conditions d'essai spécifiées pour se situer dans l'aire de sécurité de fonctionnement (en évitant l'emballement thermique et/ou le second claquage) pour le type de dispositif en essai.

## 2.2 Durée de l'essai

2.2.1 Il convient de choisir la durée de l'essai dans la liste suivante:

168 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -16 \end{smallmatrix}$ h	1000 $\begin{smallmatrix} +36 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h
336 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -20 \end{smallmatrix}$ h	2000 h
	5000 h
672 $\begin{smallmatrix} +20 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h	10000 h

Si l'on effectue des mesures intermédiaires, celles-ci doivent aussi être exécutées aux intervalles de temps donnés dans la liste ci-dessus.

2.2.2 Si la durée correspond à un nombre de cycles, on doit utiliser l'échelle 1, 2 ou  $5 \times 10^n$ , où  $n$  est un nombre entier, y compris zéro.

## 2.3 Caractéristiques définissant la défaillance et mesures

### 2.3.1 Caractéristiques

Les caractéristiques qui sont d'importance primordiale pour la catégorie de dispositifs spécifiée doivent être choisies. Voir le tableau I pour les caractéristiques recommandées pour différentes catégories de dispositifs.

### 2.3.2 Conditions de mesure

Toutes les caractéristiques doivent être mesurées, conformément au tableau I, moins de 96 heures après que les dispositifs ont subi l'essai.

Les mesures seront effectuées à une température ambiante ou à une température du point de référence de  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ . Pour une inspection par attributs, on peut se contenter de faire les mesures par « bon » ou « mauvais »

### 2.1.7 Additional tests

If an indication of the variation in failure rate with operating conditions is needed, the combinations of voltage and power dissipation or current shown in the following table are recommended:

Operating voltage	Power dissipation or current
100%	50 % 20 %
50%	100 % 50 % 20 %
20%	100 % 50 %

Notes 1. — The 100% values refer to those recommended in Table II.

2. — Some stress combinations listed above cannot be safely applied to some device classes or types, i.e. any specified test conditions shall be chosen to be within the safe operating area (avoiding thermal runaway and/or secondary breakdown) for the type of device under test.

## 2.2 Duration of test

2.2.1 The duration of the test should be selected from the following list:

168 <sup>+16</sup> <sub>-10</sub> h	1000 <sup>+36</sup> <sub>-30</sub> h
336 <sup>+16</sup> <sub>-20</sub> h	2000 h
	5000 h
672 <sup>+20</sup> <sub>-30</sub> h	10000 h

If intermediate measurements are made, they shall also be performed at the time intervals given in the above list.

2.2.2 Where the duration is defined by a number of cycles, the sequence 1, 2 or  $5 \times 10^n$ , where  $n$  is an integer, zero included, shall be used.

## 2.3 Failure-defining characteristics and measurements

### 2.3.1 Characteristics

Those characteristics that are of major importance for the specified device category shall be selected. See Table I for the recommended characteristics for various device categories.

### 2.3.2 Measurement conditions

All characteristics shall be measured, according to Table I, within 96 hours after removal of the devices from the test.

Measurements shall be made at an ambient or reference point temperature of  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ . For attributes testing, data may be taken by making measurements on a go/no-go basis (measured values are compared with failure

(on compare les valeurs mesurées avec les critères de défaillance et on considère chaque dispositif comme bon ou comme défectueux). Pour une inspection par variables, on identifie chaque dispositif et on mesure la valeur de chaque caractéristique spécifiée pour chacun d'entre eux.

## 2.4 Critères de défaillances

Les limites pour les défaillances sont, de préférence, celles indiquées dans le tableau I. Pour la détermination de la défaillance, les mesures pourront être ramenées à 25 °C si nécessaire.

### 2.4.1 Définition

Un dispositif qui, après essai, est en dehors des limites du tableau I, pour une ou plusieurs des caractéristiques spécifiées pour sa catégorie, est considéré comme présentant une défaillance. Dans la présentation des résultats, on doit indiquer le nombre de dispositifs en court-circuit ou en circuit ouvert, en plus du nombre total de défaillances.

Un dispositif en court-circuit est un dispositif dans lequel la jonction ne remplit plus du tout la fonction prévue et dont la caractéristique, à faible impédance, est quasi résistive.

*Note.* — La valeur particulière de la limite qui définit le court-circuit doit être donnée dans la feuille de caractéristiques.

## 2.5 Précautions

### 2.5.1 Suppression accidentelle ou non de la polarisation pendant l'essai

Les tensions et/ou les courants de polarisation seront appliqués ou fournis aux dispositifs pendant une durée totale égale à la durée spécifiée de l'essai (à la tolérance permise près). Il est préférable de continuer à appliquer la (les) tension(s) de polarisation aux dispositifs jusqu'à refroidissement de ceux-ci à la température ambiante, à moins qu'il ne soit établi, pour des types de dispositifs et des conditions d'essai donnés, qu'aucune variation appréciable des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans que la polarisation soit appliquée.

### 2.5.2 Dépassement de la température des étuves ou des autres sources de chaleur

Les dispositifs peuvent être détruits ou endommagés si la régulation de température de la source de chauffage ne fonctionne plus pendant un essai; en conséquence, les sources de chaleur devront être équipées de systèmes redondants de contrôle de la température afin de limiter la température maximale.

### 2.5.3 Décharges d'électricité statique et champs électromagnétiques

Il convient de prendre des précautions concernant l'appareillage et le personnel pour éviter de détruire ou d'endommager les dispositifs par de fortes tensions électrostatiques et par des champs électromagnétiques élevés.

### 2.5.4 Suppression des oscillations et limitation du courant

Les dispositifs peuvent être détruits ou endommagés par des oscillations se produisant dans le circuit pendant l'essai. On peut détecter la présence d'oscillations en utilisant un oscilloscope à large bande. On peut supprimer ces oscillations en ajoutant un condensateur en parallèle et/ou une inductance et une résistance en série dans le circuit d'essai.

Les dispositifs peuvent aussi être détruits ou endommagés par l'emballement thermique se produisant pendant un essai. On peut éviter que le dispositif ne soit endommagé en utilisant une résistance fixe pour limiter la dissipation de puissance pendant l'emballement. On doit utiliser une résistance pour chaque dispositif, plutôt que pour un groupe de dispositifs; ainsi la polarisation ne risque pas de varier pour tous les dispositifs, au cas où un seul dispositif du groupe s'emballe. Quand on place des résistances telles que celles-ci près des bornes des dispositifs, elles servent souvent, également, à supprimer les oscillations.

Lorsqu'on met une résistance dans le circuit pour une raison quelconque, les polarisations aux bornes du dispositif doivent avoir les valeurs spécifiées lorsque les dispositifs ont atteint l'équilibre thermique dans les conditions spécifiées de l'essai.

criteria, and each device is considered to have passed or failed). For variables testing, the devices shall be individually identified and the value of each specified characteristic of each device shall be measured.

## 2.4 Failure criteria

Failure limits should be preferably those of Table I. In determining failure, measurements may be referred to values at 25°C when necessary.

### 2.4.1 Definition

A device which after test does not meet the limits specified for one or more of the characteristics for its device category, as given in Table I, is considered to be a failure. In presenting the data, the number of short-circuited and open-circuited devices should be given in addition to the total number of failures.

A short-circuited device is a device which no longer performs its required function and exhibits a quasi-resistive low impedance characteristic.

*Note.* — The particular limit value which defines a short-circuit failure shall be given in the data sheet.

## 2.5 Precautions

### 2.5.1 Loss or removal of bias during test

Bias voltages and/or currents shall be supplied to devices for a total time equal to the specified test time (within the allowed tolerance). It is preferable that voltage bias(es) continue to be applied to devices until they have cooled to room temperature unless it can be established, for the given device type and test conditions, that no significant change of characteristics occurs when the device is cooled with the bias removed.

### 2.5.2 Over-temperature of ovens or other heat sources

Devices may be destroyed or damaged if heat-source temperature controls fail during a test; therefore heat sources should be equipped with redundant over-temperature controls to limit the maximum temperature.

### 2.5.3 Static-electricity discharges and electromagnetic fields

Precautions should be taken regarding apparatus and personnel to avoid devices being destroyed or damaged by high electrostatic voltages and large electromagnetic fields.

### 2.5.4 Oscillation suppression and current limiting

Devices may be destroyed or damaged by oscillations in the circuit while under test. The presence of oscillations may be detected by the use of a wide-band oscilloscope. These oscillations may be suppressed by adding shunt capacitor(s) and/or series inductor(s) and resistor(s) to the test circuits.

Devices may also be destroyed or damaged by thermal runaway occurring during a test. Such damage may be avoided by providing fixed resistor(s) which will limit the device dissipation during runaway. Such resistor(s) shall be provided for each device rather than for groups of devices, so that bias will not be removed from or reduced on all devices in a group if one device runs away. When such resistor(s) are placed close to device terminals, they will frequently function also as oscillation suppressors.

When resistance(s) is (are) included in the circuit for any purpose, the biases at the device terminals shall be as specified when the devices are at thermal equilibrium under the specified test conditions.

### 3. Exigences spécifiques

#### 3.1 Catégories de dispositifs

On donne un choix d'essais électriques dans le tableau I pour les catégories suivantes :

- transistors bipolaires;
- diodes pour signaux de faible puissance;
- diodes de tension de référence et diodes régulatrices de tension;
- diodes à capacité variable pour accord;
- diodes de redressement;
- thyristors.

#### 3.2 Conditions pour les essais électriques

Les circuits et les conditions d'essais, pour chaque catégorie de dispositifs, sont énumérés dans le tableau II. La spécification applicable doit indiquer les essais à effectuer.

#### 3.3 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception

Les caractéristiques définissant la défaillance, leurs critères de défaillances et leurs conditions de mesure, pour chaque catégorie de dispositifs, sont énumérés dans le tableau I.

*Note.* — Les caractéristiques seront mesurées suivant l'ordre dans lequel elles figurent dans ce tableau, car les modifications des caractéristiques résultant de certains mécanismes de défaillance peuvent, en totalité ou en partie, être masquées par l'influence d'autres mesures.

#### 3.4 Critères de défaillances et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de fiabilité

*A l'étude.*

#### 3.5 Procédure à suivre dans le cas d'une erreur d'essai

Lorsqu'un dispositif est devenu défectueux par suite d'une erreur d'essai (telle qu'une défaillance de l'appareillage de mesure ou d'essai, ou une erreur de l'opérateur), le défaut doit être noté sur le compte rendu d'essais avec une explication de la cause.

### 3. Specific requirements

#### 3.1 *Device categories*

A choice of electrical tests is given in Table I for the following categories:

- bipolar transistors;
- low-power signal diodes;
- voltage reference and voltage regulator diodes;
- variable capacitance diodes for tuning applications;
- rectifier diodes;
- thyristors.

#### 3.2 *Electrical test conditions*

Test conditions and test circuits, for each device category, are listed in Table II. The relevant specification will state which test(s) will apply.

#### 3.3 *Failure criteria and failure-defining characteristics for acceptance tests*

Failure-defining characteristics, their failure criteria and measurement conditions, for each device category, are listed in Table I.

*Note.* — Characteristics shall be measured in the sequence in which they are listed in this table, because the changes of characteristics caused by some failure mechanisms may be wholly or partially masked by the influence of other measurements.

#### 3.4 *Failure criteria and failure-defining characteristics for reliability tests*

*Under consideration.*

#### 3.5 *Procedure in case of a testing error*

When a device has failed as a result of a testing error (such as a test equipment fault or measurement equipment fault, or an operator error), the failure shall be noted in the data record with an explanation of the cause.

TABLEAU I

Caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception

Catégories de dispositifs	Caractéristiques définissant la défaillance	Critères de défaillances (Note 1)	Conditions de mesure
Transistors bipolaires	$I_{CBO}$	$> 2 \times LSS$	La plus forte valeur de $V_{CB}$ spécifiée pour $I_{CBO}$
	$h_{21E}$ ( $h_{21e}$ ) (note 2)	$< 0,8 \times LIS$ $> 1,2 \times LSS$	Valeur de $I_C$ pour laquelle on spécifie une tolérance sur $h_{21E}$ ( $h_{21e}$ ) (limites inférieure et supérieure)
	$V_{CEsat}$	$> 1,2 \times LSS$	La plus forte valeur de $I_C$ spécifiée pour $V_{CEsat}$
	$F$ (note 5)	$> LSS + 3 \text{ dB}$	La plus faible valeur de $I_C$ spécifiée pour $F$
Diodes de signal de faible puissance	$I_R$	$> 2 \times LSS$	La plus forte valeur de $V_R$ spécifiée pour $I_R$ (note 6)
	$V_F$	$> 1,1 \times LSS$	La plus forte valeur de $I_F$ spécifiée pour $V_F$
Diodes de tension de référence	$I_R$	$> 2 \times LSS$	La plus forte valeur de $V_R$ spécifiée pour $I_R$
	$V_Z$	$ \Delta  > 1\% \text{ VID}$ (note 3) $ \Delta  > 2\% \text{ VID}$ (note 4)	$I_Z$ spécifié pour $V_Z$ nominal
	$r_z$	$> 1,2 \times LSS$	
	$V_{nz}$	$> 1,5 \times LSS$	Voir la spécification applicable
Diodes régulatrices de tension	$I_R$	$> 2 \times LSS$	La plus forte valeur de $V_R$ spécifiée pour $I_R$
	$V_Z$	$> LIS$ $< LIS$	$I_Z$ spécifié pour $V_Z$ nominal
	$r_z$	$> 1,2 \times LSS$	

(Voir notes à la fin du tableau, page 20)

TABLE I  
Failure-defining characteristics for acceptance tests

Device categories	Failure-defining characteristics	Failure criteria (Note 1)	Measurement conditions
Bipolar transistors	$I_{CBO}$	$> 2 \times USL$	Highest $V_{CB}$ specified for $I_{CBO}$
	$h_{21E}$ ( $h_{21e}$ ) (Note 2)	$< 0.8 \times LSL$ $> 1.2 \times USL$	A value of $I_C$ for which a $h_{21E}$ ( $h_{21e}$ ) tolerance (lower and upper limits) is specified
	$V_{CEsat}$	$> 1.2 \times USL$	Highest $I_C$ specified for $V_{CEsat}$
	$F$ (Note 5)	$> USL + 3 \text{ dB}$	Lowest $I_C$ specified for $F$
Low-power signal diodes	$I_R$	$> 2 \times USL$	Highest $V_R$ specified for $I_R$ (Note 6)
	$V_F$	$> 1.1 \times USL$	Highest $I_F$ specified for $V_F$
Voltage reference diodes	$I_R$	$> 2 \times USL$	Highest $V_R$ specified for $I_R$
	$V_Z$	$ \Delta  > 1\% \text{ of IVD (Note 3)}$ $ \Delta  > 2\% \text{ of IVD (Note 4)}$	$I_Z$ specified for nominal $V_Z$
	$I_Z$	$> 1.2 \times USL$	
	$V_{nz}$	$> 1.5 \times USL$	See the relevant specification
Voltage regulator diodes	$I_R$	$> 2 \times USL$	Highest $V_R$ specified for $I_R$
	$V_Z$	$> USL$ $< LSL$	$I_Z$ specified for nominal $V_Z$
	$r_z$	$> 1.2 \times USL$	

(See notes at end of table, page 21)

TABLEAU I (suite)

Catégories de dispositifs	Caractéristiques définissant la défaillance	Critères de défaillances (note 1)	Conditions de mesure
Diodes à capacité variable pour accord	$I_R$	$> 2 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $V_R$ spécifiée pour $I_R$
	$V_F$	$> 1,1 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $I_F$ spécifiée pour $V_F$
	$Q$ ou $r_s$	$< 0,5 \times \text{LIS}$ $> 2 \times \text{LSS}$	La plus faible valeur de $V_R$ spécifiée pour $Q$
Diodes de redressement	$I_R$	$> 2 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $V_R (= V_{RRM})$ et la plus forte température spécifiées pour $I_R$
	$V_F$	$> 1,1 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $I_F$ spécifiée pour $V_F$
Thyristors (note 7)	$I_R$	$> 2 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $V_R (= V_{RRM})$ et la plus forte température spécifiées pour $I_R$
	$I_D$	$> 2 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $V_D (= V_{DRM})$ et la plus forte température spécifiées pour $I_D$
	$I_{GT}$	$> 1,1 \times \text{LSS}$	La plus faible valeur de $V_D$ spécifié pour $I_{GT}$
	$V_T$	$> 1,1 \times \text{LSS}$	La plus forte valeur de $I_T$ spécifiée pour $V_T$

Notes relatives au tableau I:

Notes 1. — LSS = limite supérieure de la spécification.

LIS = limite inférieure de la spécification.

VID = valeur initiale (d'un dispositif individuel).

2. — Seulement dans le cas où il n'existe pas de tolérances sur  $h_{21E}$ , ou dans le cas où  $h_{21E}$  n'est pas spécifié.

3. — Pour les dispositifs spécifiés avec une tolérance plus petite ou égale à 1 %.

4. — Pour les dispositifs spécifiés avec une tolérance plus grande que 1 %.

5. — S'il y a lieu.

6. — Lorsque la valeur de  $V_R$  spécifiée pour la mesure de  $I_R$  se trouve être dans la région de claquage, on peut utiliser une valeur plus faible de  $V_R$ .

7. — On considère qu'un thyristor est défaillant pendant un essai s'il perd sa capacité de bloquer la tension spécifiée pendant l'essai.

TABLE I (continued)

Device categories	Failure-defining characteristics	Failure criteria (Note 1)	Measurement conditions
Variable capacitance diodes for tuning applications	$I_R$	$> 2 \times \text{USL}$	Highest $V_R$ specified for $I_R$
	$V_F$	$> 1.1 \times \text{USL}$	Highest $I_F$ specified for $V_F$
	$Q$ or $r_s$	$< 0.5 \times \text{LSL}$ $> 2 \times \text{USL}$	Lowest $V_R$ specified for $Q$
Rectifier diodes	$I_R$	$> 2 \times \text{USL}$	Highest $V_R (= V_{RRM})$ and highest temperature specified for $I_R$
	$V_F$	$> 1.1 \times \text{USL}$	Highest $I_F$ specified for $V_F$
Thyristors (Note 7)	$I_R$	$> 2 \times \text{USL}$	Highest $V_R (= V_{RRM})$ and highest temperature specified for $I_R$
	$I_D$	$> 2 \times \text{USL}$	Highest $V_D (= V_{DRM})$ and highest temperature specified for $I_D$
	$I_{GT}$	$> 1.1 \times \text{USL}$	Lowest $V_D$ specified for $I_{GT}$
	$V_T$	$> 1.1 \times \text{USL}$	Highest $I_T$ specified for $V_T$

Notes to Table I:

Notes 1. — USL = upper specification limit

LSL = lower specification limit

IVD = initial value of individual device.

2. — Only where no  $h_{21E}$  tolerances are specified or where  $h_{21E}$  is unspecified.

3. — For devices which are specified with a tolerance less than or equal to 1%.

4. — For devices which are specified with a tolerance greater than 1%.

5. — Where applicable.

6. — Where the  $V_R$  specified for  $I_R$  measurement is in the breakdown region, a lower value of  $V_R$  may be used.

7. — A thyristor is considered to have failed a test if it loses its ability to block the specified voltage during the test.

TABEAU II

Conditions pour les essais électriques pour différentes catégories de dispositifs

Catégories de dispositifs	Essais	Conditions de fonctionnement		Circuits d'essai	Remarques
		Courant	Tension		
Transistors bipolaires	Durée en fonctionnement	$I_C = \frac{P_{tot\ max.}}{V_{CE}}$ (Voir paragraphe 2.1.5)	$V_{CE} = 0,7 V_{CBO\ max.}$ (note 1)	(Voir paragraphe 2.1.3)	$R_E \geq \frac{10 V_{EB}}{I_E}$ $R_C \approx \frac{V_{CB}}{I_C}$
	Polarisation en inverse à haute température		$V_{CB} = V_{CBO\ max.}$	Température de fonctionnement la plus élevée, $t_{amb\ (max)}$ ou $t_{case\ (max)}$ selon spécification	$R_S =$ résistance limitant le courant
Diodes de signal de faible puissance	Durée en fonctionnement	Equivalent à une valeur qui donne la dissipation de puissance $P_{tot\ max.}$ ou le courant redressé moyen spécifié maximal	Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = $V_k\ max.$	(Voir paragraphe 2.1.3)	$R_L =$ résistance de charge
	Polarisation en inverse à haute température		$V_R = V_k\ max.$	Température de fonctionnement la plus élevée pour laquelle $V_k$ s'applique à $t_{amb\ (max)}$ ou $t_{case\ (max)}$ selon spécification	$R_S =$ résistance limitant le courant

(Voir notes à la fin du tableau, page 28)

**TABLE II**  
*Conditions for electrical tests for various device categories*

Device categories	Tests	Operating conditions		Temperature	Test circuits	Remarks
		Current	Voltage			
Bipolar transistors	Operating life	$I_C = \frac{P_{tot\ max}}{V_{CE}}$ (See Sub-clause 2.1.5)	$V_{CE} = 0.7 V_{CEO\ max}$ (Note 1)	(See Sub-clause 2.1.3)	<p align="center">(Note 2)</p>	$R_E \geq \frac{10 V_{EB}}{I_E}$ $R_C \approx \frac{V_{CB}}{I_C}$
	High temperature reverse bias		$V_{CB} = V_{CBO\ max}$	Highest operating temperature, $t_{amb\ (max)}$ or $t_{case\ (max)}$ as specified	<p align="center">(Note 2)</p>	$R_S =$ current limiting resistor
Low-power signal diodes	Operating life	Equivalent to a value which gives power dissipation $P_{tot\ max}$ or maximum specified average rectified current	Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = $V_k\ max$	(See Sub-clause 2.1.3)		$R_L =$ load resistor
	High temperature reverse bias		$V_k = V_k\ max$	Highest operating temperature, at which $V_k$ applies at $t_{amb\ (max)}$ or $t_{case\ (max)}$ as specified		$R_S =$ current limiting resistor

(See notes at end of table, page 29)

TABLEAU II ( suite )

Catégories de dispositifs	Essais	Conditions de fonctionnement			Circuits d'essai	Remarques
		Courant	Tension	Température		
Diodes de tension de référence et diodes régulatrices de tension	Durée en fonctionnement	$I_z$ max. comme indiqué dans la spécification applicable	Dépend de $I_z$ $V_k = V_k \text{ max.}$	(Voir paragraphe 2.1.3)		$R_S$ = résistance de limitation du courant $R_S \geq 0,2 \frac{V_z}{I_z}$
Diodes à capacité variable pour accord	Polarisation en inverse à haute température		$V_k = V_k \text{ max.}$	Température de fonctionnement la plus élevée, $t_{amb} \text{ (max)}$ ou $t_{case} \text{ (max)}$ selon spécification		$R_S$ = résistance limitant le courant
	Durée en fonctionnement (charge résistive)	(Voir paragraphe 2.1.5)	Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = 100 % $V_{RWM}$	(Voir paragraphe 2.1.3)		$R_L$ = résistance de charge (note 3)
Diodes de redressement	Durée en fonctionnement (charge capacitive)	Equivalent à la valeur limite du courant direct moyen avec charge capacitive	Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = 100 % $V_{RWM}$	(Voir paragraphe 2.1.3)		$C_L$ doit avoir la plus forte capacité spécifiée dans la spécification applicable $R_S$ = résistance de limitation du courant, à spécifier dans la spécification applicable (note 3) $R_L$ = résistance de charge

TABLE II (continued)

Device categories	Tests	Operating conditions			Test circuits	Remarks
		Current	Voltage	Temperature		
Voltage reference diodes and voltage regulator diodes	Operating life	$I_Z$ max, as given in the relevant specification	Depends on $I_Z$	(See Sub-clause 2.1.3)		$R_s$ = current limiting resistor $R_s \geq 0.2 \frac{V_Z}{I_Z}$
Variable capacitance diodes for tuning applications	High temperature reverse bias	$V_R = V_R$ max.	Highest operating temperature, $t_{amb}^{(max)}$ or $t_{case}^{(max)}$ as specified			$R_s$ = current limiting resistor
	Operating life (resistive load)	(See Sub-clause 2.1.5)	Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = 100% $V_{RWM}$	(See Sub-clause 2.1.3)		$R_L$ = load resistor (Note 3)
Rectifier diode	Operating life (capacitive load)	Equivalent to the rated mean forward current for capacitive load	Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = 100% $V_{RWM}$	(See Sub-clause 2.1.3)		$C_L$ should have the highest capacitance specified in the relevant specification $R_s$ = current limiting resistor to be specified in the relevant specification (Note 3) $R_L$ = load resistor

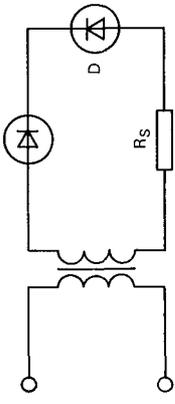
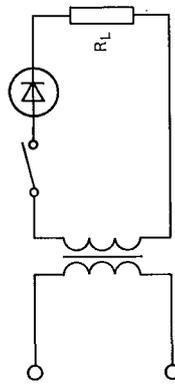
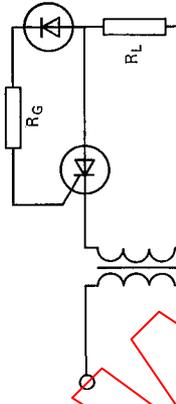
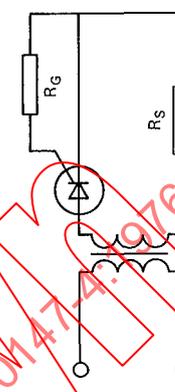
(See notes at end of table, page 29)

TABLEAU II (suite)

Catégories de dispositifs	Essais	Conditions de fonctionnement			Circuits d'essai	Remarques
		Courant	Tension	Température		
Diodes de redressement (suite)	Polarisation en inverse à haute température (attaque en alternatif)		Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = 100% $V_{RWM}$	Température la plus élevée pour laquelle $V_{RWM}$ est spécifié		$R_S$ = résistance de protection (note 3) D = diode de blocage
	Essai cyclique thermique	$I_F$ (onde demi-sinusoïdale à 50 ou 60 Hz) doit être suffisant pour porter le dispositif à $t_{(vj) max}$ (note 4)	Dépend de $I_F$ et de $R_L$ $t_{case} = 25^\circ C$			$R_L$ doit être sensiblement égale à la résistance effective de la diode en essai
Thyristors	Durée en fonctionnement (charge résistive)	(Voir paragraphe 2.1.5)	Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = 100% $V_{RWM}$ ou $V_{DWM}$	(Voir paragraphe 2.1.4)		$R_G$ = résistance de gâchette $R_L$ = résistance de charge (note 3)
	Blocage à haute température (attaque en alternatif)		Onde sinusoïdale à 50 Hz ou 60 Hz Valeur de crête = $V_{RWM}$ ou $V_{DWM}$ (la plus faible des deux valeurs)	Température la plus élevée pour laquelle on peut appliquer les valeurs limites $V_{RWM}$ ou $V_{DWM}$		$R_S$ = résistance de protection $R_G$ = résistance de gâchette (note 3)

(Voir notes à la fin du tableau, page 28)

TABLE II (continued)

Device categories	Tests	Operating conditions			Remarks
		Current	Voltage	Temperature	
Rectifier diodes (continued)	High temperature a.c. reverse bias		Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = 100% $V_{RWM}$	Highest temperature for which $V_{RWM}$ is specified	 <p><math>R_S</math> = current limiting resistor (Note 3) D = blocking diode</p>
	Thermal cycling load test	$I_F$ (half sine wave, 50 Hz or 60 Hz) must be high enough to heat the device to $t_{(vj) max}$ (Note 4)	Depends on $I_F$ and $R_L$	$t_{case} = 25^\circ C$	 <p><math>R_L</math> should be approximately equal to the effective resistance of the diode under test</p>
Thyristors	Operating life (resistive load)	(See Sub-clause 2.1.5)	Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = 100% $V_{RWM}$ or $V_{DWM}$	(See Sub-clause 2.1.5)	 <p><math>R_G</math> = gate resistor <math>R_L</math> = load resistor (Note 3)</p>
	High temperature a.c. blocking		Sine wave 50 Hz or 60 Hz Peak value = $V_{RWM}$ or $V_{DWM}$ , whichever is the lower	Highest temperature for which $V_{RWM}$ and $V_{DWM}$ are rated	 <p><math>R_S</math> = current limiting resistor <math>R_G</math> = gate resistor (Note 3)</p>

(See notes at end of table, page 29)

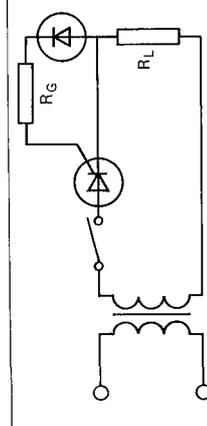
TABLEAU II (fin)

Catégories de dispositifs	Essais	Conditions de fonctionnement			Circuits d'essai	Remarques
		Courant	Tension	Température		
Thyristors (fin)	Essai cyclique thermique	$I_T$ (onde demi-sinusoidale à 50 Hz ou 60 Hz) doit être suffisant pour porter le dispositif à $t_{(vj)} \text{ max}$ (note 4)	Dépend de $I_T$ et de $R_L$ (Voir note 4)	Température		$R_L$ doit être sensiblement égale à la résistance effective du thyristor en essai $R_G =$ résistance de gâchette

Notes relatives au tableau II :

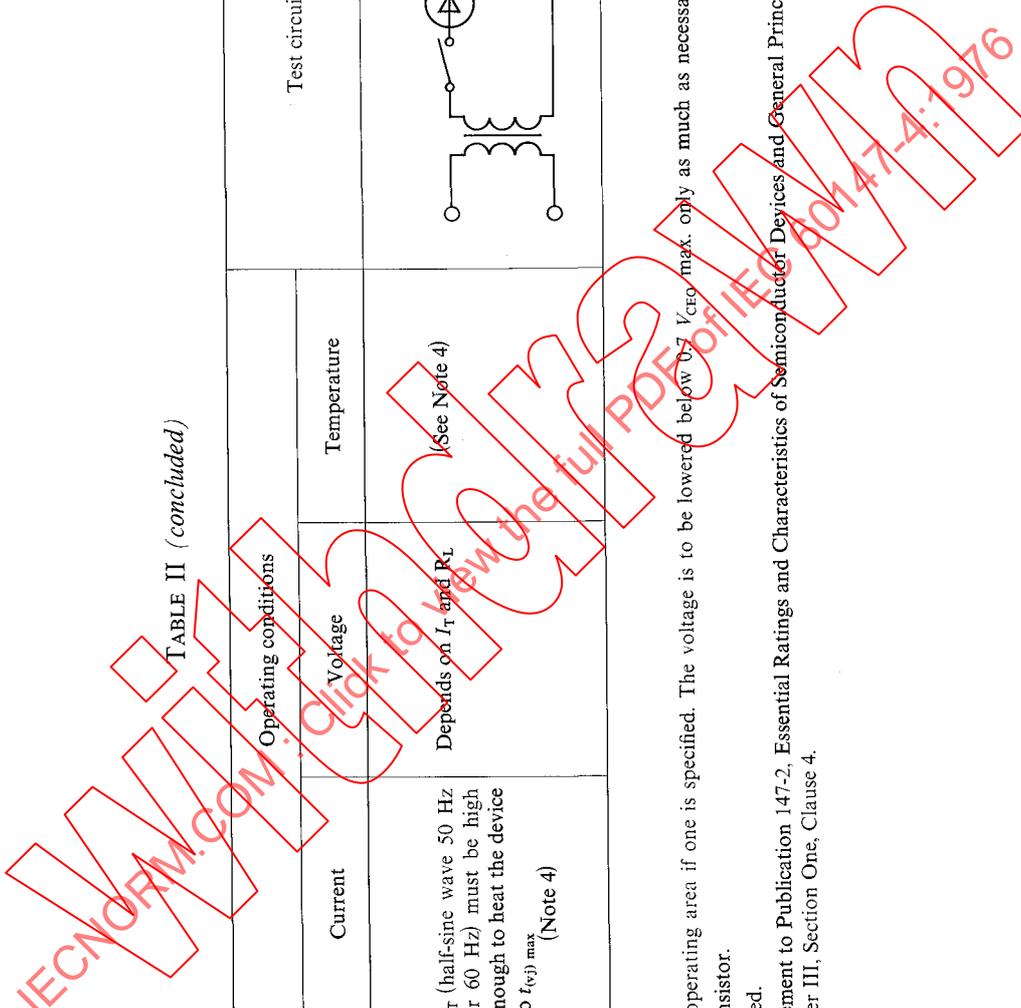
- Notes 1. — Les conditions d'essai doivent être telles que le dispositif fonctionne dans l'aire de sécurité si l'on en spécifie une. La tension doit être abaissée au-dessous de  $0,7 V_{CEO \text{ max}}$ . autant qu'il est nécessaire pour rester dans l'aire de sécurité.
2. — Modifier le circuit de façon convenable pour un transistor npn.
3. — On peut utiliser aussi un circuit à puissance fictive.
4. — Voir la Publication 147-2E de la CEI: Cinquième complément à la Publication 147-2: Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure. Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure, chapitre III, section un, article 4.

TABLE II (concluded)

Device categories	Tests	Operating conditions		Remarks
		Current	Voltage	
Thyristor (concluded)	Thermal cycling load test	$I_T$ (half-sine wave 50 Hz or 60 Hz) must be high enough to heat the device to $t_{(vj)max}$ (Note 4)	Depends on $I_T$ and $R_L$ (See Note 4)	<div style="text-align: center;">  </div> <p><math>R_L</math> should be approximately equal to the effective resistance of the thyristor under test <math>R_G</math> = gate resistor</p>

Notes to Table II:

- Notes 1. — Test conditions shall be within the safe operating area if one is specified. The voltage is to be lowered below  $0.7 V_{CEOmax}$  only as much as necessary to remain within the safe operating area.
2. — Change circuit appropriately for npn transistor.
3. — Alternatively, a cheater circuit may be used.
4. — See IEC Publication 147-2E, Fifth supplement to Publication 147-2, Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods, Part 2: General Principles of Measuring Methods, Chapter III, Section One, Clause 4.



## SECTION DEUX — CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX (CIRCUITS BIPOLAIRES, MOS, À PAILLETES ET HYBRIDES)

### 4. Exigences générales

#### 4.1 Conditions pour les essais électriques

##### 4.1.1 Mode de fonctionnement

Les dispositifs doivent fonctionner en permanence (en continu, en alternatif ou en impulsions, selon les exigences). Dans certains cas, un fonctionnement intermittent ou d'autres modes de fonctionnement peuvent s'avérer nécessaires en tant qu'essais supplémentaires.

##### 4.1.2 Conditions de montage

###### a) Dispositifs à température ambiante spécifiée

La longueur libre des sorties entre le point d'émergence du boîtier et les contacts ou support(s) électriques est, de préférence, supérieure à 5 mm pour les dispositifs ayant des sorties dont la section est constante sur toute leur longueur. Lorsqu'une caractéristique des sorties (par exemple une variation de section ou une courbure) permet de limiter la profondeur de l'insertion du dispositif dans son montage, le contact ou le support doit être effectué ou placé aussi près que possible de la variation de section ou de la courbure, en partant de l'extrémité de la sortie la plus éloignée du dispositif.

Les dispositifs ayant une longueur de sortie inférieure à 5 mm doivent être montés suivant les recommandations des fabricants. Les contacts ou les supports ne doivent pas être à une température inférieure à la température ambiante.

###### b) Dispositifs à température de boîtier spécifiée

Le dispositif doit être monté de façon telle que la température de boîtier soit maintenue à la valeur spécifiée.

##### 4.1.3 Température de fonctionnement

La température de fonctionnement peut être atteinte en partie par suite de la dissipation du dispositif et en partie par la température ambiante.

La température de fonctionnement doit être maintenue à  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  pour les dispositifs à température spécifiée. Pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée, la moyenne des températures des boîtiers doit être maintenue à  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  et chacune des températures des boîtiers individuels doit être maintenue à  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  du point de fonctionnement spécifié.

##### 4.1.4 Tensions de fonctionnement

La (les) tension(s) de fonctionnement utilisée(s) pour les essais électriques doit (doivent) être indiquée(s) dans la spécification applicable pour l'essai d'endurance. La tension appliquée est indiquée dans le tableau III.

Les tolérances initiales, ainsi que les variations aux bornes du dispositif pendant le fonctionnement, doivent être comprises entre  $\pm 5\%$  de la tension spécifiée.

##### 4.1.5 Courants de fonctionnement

Il convient de spécifier le courant de sortie dans la spécification applicable.

##### 4.1.6 Circuit d'essai

Voir le tableau III. Si nécessaire, il convient de prendre des mesures pour éviter toute oscillation.

#### 4.2 Durée de l'essai

Il convient de choisir la durée de l'essai dans la liste suivante :

SECTION TWO — DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS  
(BIPOLAR, MOS, MULTI-CHIP AND HYBRID CIRCUITS)

4. General requirements

4.1 Conditions for electrical tests

4.1.1 Mode of operation

The device shall be operated under steady-state (d.c., a.c. or dynamic, as appropriate) conditions. In some cases, intermittent or other modes of operation may be necessary as supplementary tests.

4.1.2 Mounting conditions

a) Ambient rated devices

The free lead length between the point of emergence of the leads from the case and the electrical contacts or support(s) should be preferably not less than 5 mm for devices having leads of uniform cross-section throughout their length. When a design feature (e.g. a change in lead cross-section or a bend) is provided to limit the depth of insertion of the device into its mounting, the contact or support should be placed as close to this feature as is practical, on the end of the lead away from the device

Devices with lead length less than 5 mm shall be mounted in accordance with the manufacturers' recommendations. The contacts or supports shall be at a temperature not lower than the ambient temperature.

b) Case rated devices

The device shall be mounted so that the specified case temperature is maintained.

4.1.3 Operating temperature

The operating temperature may be reached partly by dissipation of the device and partly by the ambient temperature.

The operating temperature shall be maintained within  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  for ambient rated devices. For case rated devices, the average temperature of the cases shall be maintained within  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  and any individual case temperature shall be maintained within  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  of the specified operating point.

4.1.4 Operating voltages

The operating voltage(s) used for electrical testing should be stated in the relevant specification for endurance testing. The voltage is applied according to Table III.

Initial tolerances and any variation of the voltage at the device terminals during operation shall be within  $\pm 5\%$  of the specified voltage.

4.1.5 Operating currents

The output current should be specified in the relevant specification.

4.1.6 Test circuit

See Table III. Where appropriate, steps should be taken to prevent oscillations.

4.2 Duration of test

The duration of the test shall be selected from the following list:

168 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -10 \end{smallmatrix}$ h	672 $\begin{smallmatrix} +20 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h	2000 h
		5000 h
336 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -20 \end{smallmatrix}$ h	1000 $\begin{smallmatrix} +36 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h	10000 h

Si l'on effectue des mesures intermédiaires, celles-ci doivent aussi être exécutées aux intervalles de temps donnés dans la liste ci-dessus.

#### 4.3 *Caractéristiques définissant la défaillance et mesures*

##### 4.3.1 *Caractéristiques*

Les caractéristiques qui sont d'importance primordiale pour la catégorie de dispositifs spécifiée doivent être choisies.

##### 4.3.2 *Conditions de mesure*

Toutes les caractéristiques doivent être mesurées conformément au tableau III, moins de 96 heures après que les dispositifs ont subi l'essai.

Les mesures doivent être effectuées à une température ambiante ou à une température du point de référence de  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Pour déterminer les défaillances, les mesures peuvent être ramenées à  $25^\circ\text{C}$  si nécessaire. Pour une inspection par attributs, on peut se contenter de faire les mesures par « bon » ou « mauvais » (on compare les valeurs mesurées avec les critères de défaillance et on considère chaque dispositif comme bon ou comme défectueux). Pour une inspection par variables, on identifie chaque dispositif et on mesure la valeur de chaque caractéristique spécifiée pour chacun d'entre eux.

#### 4.4 *Critères de défaillances*

Chaque dispositif qui, après essai, est en dehors des limites d'une ou plusieurs des caractéristiques spécifiées pour sa catégorie, est considéré comme présentant une défaillance.

#### 4.5 *Précautions*

##### 4.5.1 *Ordre des mesures*

Les mesures peuvent être faites dans n'importe quel ordre, sauf spécification contraire.

##### 4.5.2 *Suppression de la polarisation*

Les tensions et/ou les courants de polarisation seront appliqués ou fournis aux dispositifs pendant une durée totale égale à la durée spécifiée de l'essai (à la tolérance permise près). Il est préférable de continuer à appliquer la (les) tension(s) de polarisation aux dispositifs jusqu'à refroidissement de ceux-ci à la température ambiante, à moins qu'il ne soit établi, pour des types de dispositifs et des conditions d'essai donnés, qu'aucune variation appréciable des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans que la polarisation soit appliquée.

### 5. **Exigences spécifiques**

#### 5.1 *Catégories de dispositifs*

Un choix d'essais électriques est indiqué (dans le tableau III) pour les catégories suivantes:

- portes;
- circuits séquentiels;
- mémoires à lecture-écriture.

168 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -10 \end{smallmatrix}$ h	672 $\begin{smallmatrix} +20 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h	2000 h
		5000 h
336 $\begin{smallmatrix} +16 \\ -20 \end{smallmatrix}$ h	1000 $\begin{smallmatrix} +36 \\ -30 \end{smallmatrix}$ h	10000 h

If intermediate measurements are made, they shall also be performed at the time intervals given in the list above.

#### 4.3 Failure-defining characteristics and measurements

##### 4.3.1 Characteristics

Those characteristics that are of major importance for the specified device category shall be selected.

##### 4.3.2 Measurement conditions

All characteristics shall be measured according to Table III, within 96 hours after removal of the devices from the test.

Measurements shall be made at an ambient or reference point temperature of  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ .

In determining failure, measurements may be referred to values at  $25^\circ\text{C}$  when necessary. For attributes testing, data may be taken by making measurements on a go/no-go basis (measured values are compared with failure criteria and each device is considered to have passed or failed). For variables testing, the devices shall be individually identified and the value of each specified characteristic of each device shall be measured.

#### 4.4 Failure criteria

Each device, which, after test, does not meet the limits of one or more of the characteristics specified for its device category is considered to be a failure.

#### 4.5 Precautions

##### 4.5.1 Measurement sequence

Measurements may be made in any sequence, unless otherwise specified.

##### 4.5.2 Loss or removal of bias

Bias voltages and/or currents shall be supplied to devices for a total time equal to the specified test time (within the allowed tolerance). It is preferable that voltage bias(es) continue to be applied to devices until they have cooled to room temperature unless it can be established, for the given device type and test conditions, that no significant change of characteristics occurs when the device is cooled with the bias removed.

### 5. Specific requirements

#### 5.1 Device categories

A choice of electrical tests is given (in Table III) for the following categories:

- gates;
- sequential circuits;
- read/write memories.