

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices –
Part 1: General**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 1: Généralités**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-1:2006+AMD1:2010 CSV



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices –
Part 1: General**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 1: Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080

ISBN 978-2-88912-120-5

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
3.1 Device structure	7
3.2 Elements and circuits	8
3.3 Thermal characteristics properties.....	8
3.4 Noise	9
3.5 Conversion loss.....	10
3.6 Stability of characteristics.....	10
4 Letter symbols.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Letter symbols for currents, voltages and powers	12
4.3 Letter symbols for signal ratios expressed in dB.....	15
4.4 Letter symbols for other electrical properties	15
4.5 Letter symbols for other properties	17
4.6 Presentation of limit values	18
5 Essential ratings and characteristics.....	19
5.1 General.....	19
5.2 Relationship between conditions of use, ratings and characteristics	19
5.3 Standard format for the presentation of published data.....	20
5.4 Type identification	20
5.5 Terminal and polarity identification	21
5.6 Electrical ratings and characteristics	21
5.7 Cooling conditions.....	21
5.8 Recommended temperatures.....	22
5.9 Recommended voltages and currents.....	22
5.10 Mechanical ratings (limiting values).....	23
5.11 Mechanical characteristics	23
5.12 Multiple devices having a common encapsulation.....	24
6 Measuring methods	24
6.1 General.....	24
6.2 Alternative methods of measurement.....	25
6.3 Measurement accuracy	25
6.4 Protection of devices and measuring equipment.....	25
6.5 Thermal conditions for measuring methods	26
6.6 Accuracy of measuring circuits	27
7 Acceptance and reliability of discrete devices	28
7.1 General.....	28
7.2 Electrical endurance tests	28
8 Electrostatic-sensitive devices.....	32
8.1 Label and symbol	32
8.2 Test methods for semiconductor devices sensitive to voltage pulses of short duration.....	33

9	Product discontinuance notification	33
9.1	Definitions	33
9.2	General aspects for discontinuation.....	34
9.3	Information for the discontinuance notification	34
9.4	Notification	34
9.5	Retention	35
	Annex A (informative) Presentation of IEC 60747 and IEC 60748	36
	Annex B (informative) Clause cross-references from first edition of IEC 60747-1 (1983)	40
	Bibliography.....	45
	Figure 1 – Example of the application of the rules to a periodic current.....	12
	Figure 2 – Derating curve	29
	Figure 3 – Symbol to be used for the electrostatic sensitive devices that require special handling.....	33
	Table 1 – Presentation of limit values with the two conventions	19
	Table 2 – Failure rate operating conditions	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 1: General

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of IEC 60747-1 consists of the second edition (2006) [documents 47/1841/FDIS and 47/1848/RVD], its amendment 1 (2010) [documents 47/2015A/CDV and 47/2038A/RVC] and its corrigendum of September 2008. It bears the edition number 2.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 60747-1 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The main changes with respect to the previous edition are listed below.

- a) The terminology which is now given in the IECV (or which was in conflict with the IECV) has been omitted.
- b) There has been a general revision of guidance on essential ratings and characteristics.
- c) The distinction between general and reference methods of measurement has been removed.
- d) A clause on product discontinuation notice has been added.

This bilingual version, published in 2009-11, corresponds to the English version.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 60747 series, under the general title *Semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 1: General

1 Scope

This part of IEC 60747 gives the general requirements applicable to the discrete semiconductor devices and integrated circuits covered by the other parts of IEC 60747 and IEC 60748 (see Annex A).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-521, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 521: Semiconductor devices and integrated circuits*

IEC 60050-702, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 702: Oscillations, signals and related devices*

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60191-2, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 2: Dimensions*

IEC 60747 (all parts), *Semiconductor devices*

IEC 60748 (all parts), *Semiconductor devices – Integrated circuits*

IEC 60749-26, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)*

IEC 61340 (all parts), *Electrostatics*

QC 001002 (all parts), *IEC Quality Assessment Systems for Electronic Components (IECQ) – Rules of procedure*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-521 and IEC 60050-702, as well as the following, apply.

3.1 Device structure

3.1.1

pad

area on a chip (die) to which a connection to the chip (die) can be made

3.1.2

bonding wire

wire that is bonded to a chip (die) bonding pad in order to connect the chip (die) to any other point within the device package

3.1.3

base (of a package)

part of the package on which a chip (die) can be mounted

3.1.4

cap, can, lid, plug

part of a cavity package that completes its enclosure

NOTE The particular term used depends on the package design.

3.1.5

anode terminal (of a semiconductor diode, excluding current-regulator diodes)

terminal connected to the P-type region of the PN junction or, when more than one PN junction is connected in series with the same polarity, to the extreme P-type region

NOTE For voltage-reference diodes; if temperature-compensating diodes are included, these are ignored in the determination of the anode terminal.

3.1.6

cathode terminal (of a semiconductor diode, excluding current-regulator diodes)

terminal connected to the N-type region of the PN junction or, when more than one PN junction is connected in series with the same polarity, to the extreme N-type region

NOTE For voltage-reference diodes; if temperature-compensating diodes are included, these are ignored in the determination of the cathode terminal.

3.1.7

anode terminal (of a current-regulator diode)

terminal to which current flows from the external circuit when the diode is biased to operate as a current regulator

3.1.8

cathode terminal (of a current-regulator diode)

terminal from which current flows into the external circuit when the diode is biased to operate as a current regulator

3.2 Elements and circuits

3.2.1

passive circuit element

~~circuit element primarily contributing resistance, capacitance, inductance, ohmic inter-connection, wave guiding, or a combination of these, to a circuit function~~

~~NOTE For example, resistors, capacitors, inductors, passive filters, interconnections.~~

passive

~~pertaining to an electrical network or device which requires no source of energy other than the input, but excluding semiconductor diodes~~

~~[IEC 60050-702:1992, 702-09-07, modified]~~

3.2.2

active circuit element

~~circuit element that contributes other qualities to a circuit function than a passive circuit element, for example, rectification, switching, gain, conversion of energy from one form to another~~

~~NOTE 1 Examples for devices with active circuit elements are diodes, transistors, active integrated circuits, light-sensing or light-emitting devices.~~

~~NOTE 2 Active physical circuit elements may also be used to act as passive physical circuit elements only, for example, to contribute resistance and/or capacitance to a circuit function temperature.~~

active

~~pertaining to an electrical network or device which cannot function without a source of energy other than the input, but also including semiconductor diodes~~

~~NOTE Active circuit elements can also be used to act as passive circuit elements only, for example, to contribute resistance and/or capacitance to a circuit.~~

~~[IEC 60050-702:1992, 702-09-06, modified]~~

3.2.3

circuit element

~~constituent part of a circuit that contributes directly to its operation and performs a definable function~~

~~NOTE The term may include the interconnection means to other circuit elements, or to the terminals.~~

3.3 Thermal characteristics properties

3.3.1

virtual (equivalent) junction temperature

~~virtual temperature of the junction or channel of a semiconductor device~~

~~[IEC 60050-521:2002, 521-05-15, modified]~~

3.2.3 3.3.2

reference-point temperature

~~temperature at a specified point on, near or within a device~~

3.2.4 3.3.3

case temperature

~~temperature of a reference point, on or near the surface of the case~~

~~NOTE For smaller devices, if the specified reference point is not located on the case but somewhere else on the device (for example, on one of the terminals), then the temperature at this place may be called the "reference-point temperature". However, devices rated with reference to this temperature are still called "case-rated devices".~~

3.2.5 3.3.4**storage temperature**

temperature at which the device may be stored without any voltage being applied

3.3.1 3.3.5**thermal derating factor**

factor by which the power dissipation rating must be reduced with increase of reference point temperature

3.3.2 3.3.6**equivalent thermal network**

theoretical equivalent circuit that simulates the thermal resistances, thermal capacitances and sources of heat flow of a semiconductor device (or integrated circuit), which gives a representation of thermal conditions and temperature behaviour under electrical load and which may be used for temperature calculations

NOTE 1 It is assumed that the total heat flow, caused by the power dissipation, is flowing through this equivalent thermal network.

NOTE 2 Where heat is generated at more than one point in a device, the equivalent thermal networks will need to include each source if the heat flow is to correspond to the total power dissipation occurring in the semiconductor device (or integrated circuit).

3.3.3 3.3.7**transient thermal impedance**

quotient of

- a) the change in temperature difference between two specified points or regions at the end of a time interval, and
- b) the step-function change in power dissipation beginning at that time interval which causes the change in temperature difference

NOTE The term used in practice must indicate the two specified points or regions, for example, as in "junction-case transient thermal impedance". The use of the shortened term "transient thermal impedance" is permitted only if no ambiguity is likely to occur.

3.3.4 3.3.8**thermal impedance under pulse conditions**

quotient of

- a) the difference between the maximum virtual temperature caused by the pulse power and the temperature of a specified external reference point, and
- b) the amplitude of the power dissipation in the device produced by a specified periodic sequence of rectangular pulses

NOTE 1 The initial transient phenomena are ignored and zero continuous power dissipation is assumed.

NOTE 2 The thermal impedance under pulse conditions is given as a function of the duration of the pulses with the duty factor as a parameter.

3.4 Noise**3.4.1****reference-noise temperature**

absolute temperature (in kelvins) to be assumed as a noise temperature at the input ports of a network when calculating certain noise parameters, and for normalizing purposes

NOTE It has not been possible to achieve a consensus on a single standard reference noise temperature, although no values below 290 K or above 300 K were found to be in use.

3.4.2**overall average noise figure (of a mixer diode and an I.F. amplifier)**

average noise figure of the cascaded combination of a mixer and an I.F. amplifier

3.4.3

standard overall average noise figure (of a mixer diode and an I.F. amplifier)

overall average noise figure, when the average noise figure of the I.F. amplifier is a specified standard value (usually 1,5 dB) and the passband of the I.F. amplifier is sufficiently narrower than that of the mixer so that the mixer conversion loss and output noise temperature are essentially constant over the I.F. passband

3.4.4

output noise ratio

ratio of the noise temperature of an output port to the reference noise temperature, when the noise temperature of all input terminations is at the reference noise temperature at all frequencies that contribute to the output noise

3.4.5

equivalent input noise voltage (of a two-port)

voltage of an ideal voltage source (having an internal impedance equal to zero) in series with the input terminals of the device that represents the part of the internally generated noise that can properly be represented by a voltage source

NOTE In the definition, the equivalent input noise current, which would be needed for a complete and precise description of the device noise, is neglected. If the external source impedance is zero, the noise voltage represents the total noise.

3.4.6

equivalent input noise current (of a two-port)

current of an ideal current source (having an internal impedance equal to infinity) in parallel with the input terminals of the device that represents the part of the internally generated noise that can properly be represented by a current source

NOTE In this definition, the equivalent input noise voltage, which would be needed for a complete and precise description of the device noise, is neglected. If the external source impedance is infinite, the noise current represents the total noise.

3.5 Conversion loss

3.5.1

conversion loss (of a mixer, mixer diode or harmonic generator)

ratio of available input power at a single-signal frequency to the available single-signal frequency output power, not including intrinsic mixer noise or power converted from other than the signal-input frequency

3.5.2

conversion insertion loss (of a mixer, mixer diode or harmonic generator)

ratio of available input power at a single-signal frequency to the delivered single-signal frequency output power, not including intrinsic mixer noise or power converted from other than the signal-input frequency

3.6 Stability of characteristics

3.6.1

drift

difference between the final value of a characteristic at the end of a specified long period and the initial value, all other operating conditions being held constant

NOTE The use of the term "drift" to refer to the immediate change of a characteristic in direct response to changed operating conditions (for example, temperature) is deprecated.

3.6.2**relative drift**

ratio of

- drift of the characteristic, to
- initial value of the characteristic

NOTE See note to 3.6.1.

3.6.3**instability range**

difference between the extreme values of the characteristic observed either continuously or repeatedly during a specified period, all other operating conditions being held constant

3.6.4**relative instability range**

quotient of

- the instability range of the characteristic, and
- the initial value of the characteristic

3.7 Pulse switching times

NOTE 1 The input and output signal measurement units should be specified, eg. current, voltage.

NOTE 2 Delay time, rise time, and fall time are defined in IEC 60050-521 (Terms IEC 60050-521-05-21, IEC 60050-521-05-22, and IEC 60050-521-05-24).

3.7.1**turn-on time**

time interval between a step function change of the input signal level and the instant at which the magnitude of the signal at the output terminals reaches a specified upper limit when the semiconductor device is being switched from its non-conducting to its conducting state

3.7.2**turn-off time**

time interval between a step function change of the input signal level and the instant at which the magnitude of the signal at the output terminals reaches a specified lower limit when the semiconductor device is being switched from its conducting to its non-conducting state

3.7.3**carrier storage time**

synonym for delay time at turn-off

[IEC 60050-521:2002, 521-05-23, modified]

4 Letter symbols**4.1 General**

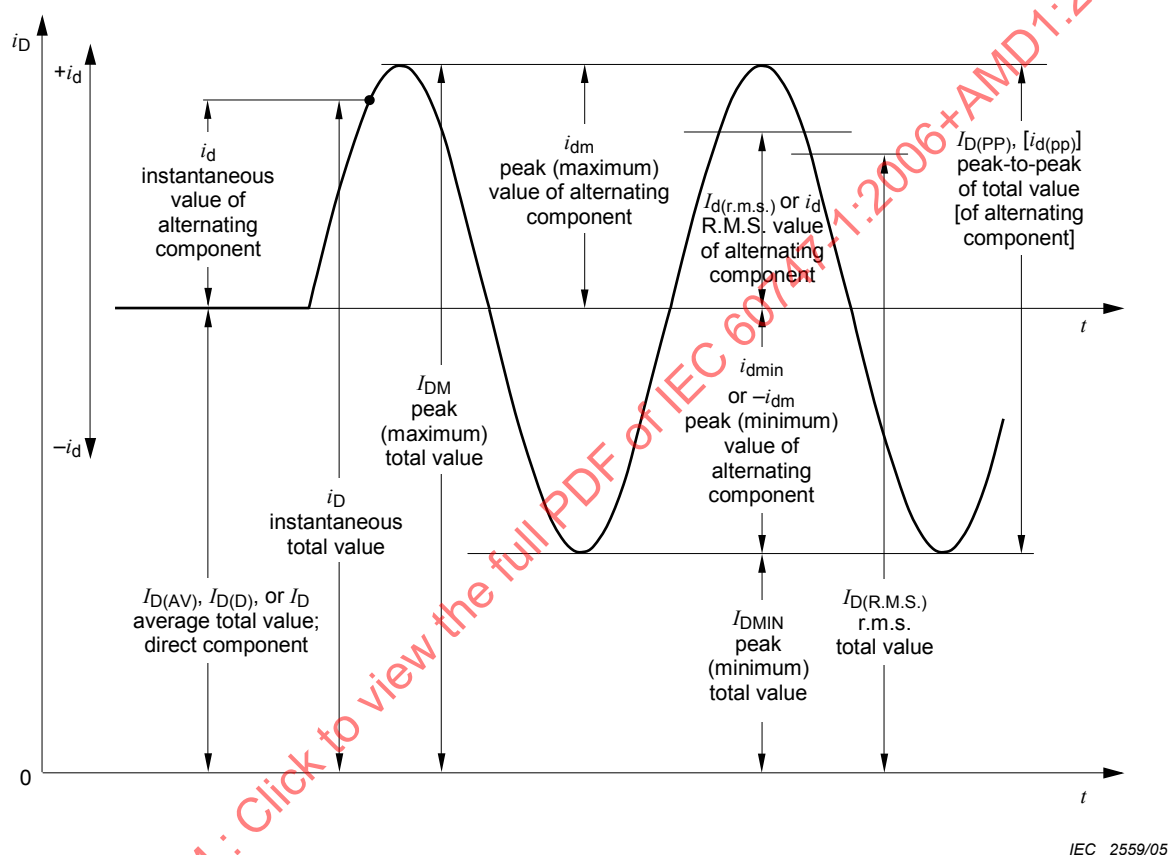
This clause provides a system of letter symbols for the properties used in the field of discrete devices and integrated circuits. Additional letter symbols, for specific categories may be given in Clause 4 of the other parts of IEC 60747 and IEC 60748. Where there is any conflict, the symbols given in the latter parts apply within the part.

The general standards given in IEC 60027 are applicable, except where this clause differs, in which case this clause should be followed. Some letter symbols or rules for composing complex letter symbols have been specifically approved for the purposes of IEC 60747 and IEC 60748.

NOTE Definitions of the terms used in this clause can be found in Clause 3 of this or the other parts of IEC 60747 and IEC 60748.

4.2 Letter symbols for currents, voltages and powers

4.2.1 Use of upper-case or lower-case letters and subscripts



NOTE D,d = Drain terminal

Figure 1 – Example of the application of the rules to a periodic current

Where both upper- and lower-case letters and subscripts are shown for currents, voltages or powers, upper-case letters shall be used for the representation of the total value (the large signal value), and lower-case letters shall be used for values related to the alternating component (the small signal value). If more than one subscript is used, subscripts for which both styles exist shall either be all upper-case or all lower-case.

Exceptionally, cases are used in combination to save otherwise necessary parentheses, for example, V_{CEsat}

Figure 1 gives an example. It represents the drain current of an FET that consists of a direct component (the average value) and an alternating component.

4.2.2 Basic letters

The basic letters to be used are:

I, i = current

V, v = voltage

P, p = power

NOTE IEC 60027 recommends the letters V and v only as reserve symbols for voltage; however, in the field of semiconductor devices, these are so widely used that in this publication they are preferred to U and u .

4.2.3 List of subscripts

(AV)	= average value
(BR)	= breakdown
(cr), cr	= critical
(D)	= direct
F, f	= forward
M, m	= peak (maximum) value with respect to time
MIN, min	= peak (minimum) value with respect to time (see note 3)
n	= noise
O, o	= open circuit
(OV)	= overload
(PP), (pp)	= peak-to-peak, value
R, r	= repetitive, recovery, reverse
(R.M.S.), (r.m.s.)	= root-mean-square value
S, s	= short-circuit, surge
(tot), tot	= total value

NOTE 1 Where no ambiguity arises, subscripts may be omitted, for example:

I_B or $I_{B(D)}$ = direct base current.

I_b or $I_{b(rms)}$ = instantaneous root-mean-square value base current.

NOTE 2 For other recommended subscripts, see Clause 4 in the other relevant parts of these publications.

NOTE 3 "MIN, min" should be used with caution, as it can be confused with the lower limit of a range of values.

4.2.4 Subscripts denoting terminals

Where it is necessary to indicate the terminal carrying a current after which the current is named or to indicate the voltage at that terminal, this shall be done by a single subscript.

The terminal relative to which the voltage is measured or, if required, out of which the current flows (the reference terminal) shall be indicated by a second subscript.

A third subscript may be used to indicate the external connection between a third (input) terminal and the reference terminal, for example:

I_{CES} collector current of a transistor with the base short-circuited to the emitter;

$V_{(BR)CEO}$ collector-emitter breakdown voltage of a transistor with base open-circuit.

4.2.5 Subscripts for supply voltages or supply currents

Repeating the appropriate terminal subscript shall indicate supply voltages and supply currents, for example: V_{CC} , I_{EE} .

If it is necessary to indicate a reference terminal, this should be done by a third subscript, for example: V_{CCE} .

4.2.6 Subscripts for devices having more than one terminal of the same kind

If a device has more than one terminal of the same kind, the subscript is formed by the appropriate letter for the terminal followed by a number. In the case of multiple subscripts, hyphens may be necessary to avoid misunderstandings, for example:

I_{B2} = continuous (d.c.) current flowing in the second base terminal;

V_{B2-E} = continuous (d.c.) voltage between the second base terminal and the emitter terminal.

4.2.7 Subscripts for multiple devices

For multiple devices, the subscripts are modified by a number preceding the letter subscript. In the case of multiple subscripts, hyphens may be necessary to avoid misunderstandings, for example:

I_{2C} = continuous (d.c.) current flowing into the collector terminal of the second transistor;

V_{1C-2C} = continuous (d.c.) voltage between the collector terminals of the first and the second transistors.

4.2.8 Indication of the polarity of currents and voltages

4.2.8.1 Unsigned letter symbol

When neither the letter symbol nor the value is preceded by a minus, this denotes either a voltage that has a positive value with respect to a reference terminal, or a conventional current that has a positive value and which flows from the external circuit into the device terminal, for example:

V_{XY} = voltage applied to terminal X is positive with respect to terminal Y;

I_X = conventional current flowing into terminal X from an external source.

4.2.8.2 Negated letter symbol

The negation sign may precede either the letter symbol or the value, for example, $-V_{XY}$, $-I_X$ denote values that are of the opposite polarity to V_{XY} , I_X . It follows, by the application of algebraic rules, that $V_{XY} = -5$ V can be expressed as $-V_{XY} = 5$ V.

Where the definition itself denotes a reversal of the polarity and there is no ambiguity, the negation may be omitted, for example, $V_F = 2$ V, $V_R = 10$ V.

4.3 Letter symbols for signal ratios expressed in dB

dB = the logarithm to the base of ten of the ratio of two powers multiplied by 10.

dB(V) = the logarithm to the base of ten of the ratio of two voltages multiplied by 20

dB(I) = the logarithm to the base of ten of the ratio of two currents multiplied by 20

Examples:

$$n = 10 \log (P_1/P_2) \text{ dB}$$

$$n = 20 \log (V_1/V_2) \text{ dB (V)}$$

$$n = 20 \log (I_1/I_2) \text{ dB (I)}$$

In the latter two cases, when, **and only when**, the resistances appertaining to V_1 and V_2 (or I_1 and I_2) are equal or of negligible difference, the numerical value of n will be the same as that of the first case, and the subscripts (V) and (I) may be omitted.

4.4 Letter symbols for other electrical properties

This clause applies to elements of electrical equivalent circuits, electrical impedances, admittances, inductances and capacitances.

4.4.1 Basic letters

Z, z = impedance

R, r = resistance

X, x = reactance

Y, y = admittance

G, g = conductance

B, b = susceptance

C = capacitance

L = inductance

4.4.2 Letters for matrix parameters

H, h = hybrid parameter

S, s = s-parameter

Z, z = impedance parameter

Y, y = admittance parameter

The real and imaginary parts of the impedance and admittance parameters are identified using the appropriate letters given in 4.4.1. If it is necessary to distinguish in the letter symbol between the real and imaginary parts of the hybrid or s-parameters, the notation $\text{Re}()$ and $\text{Im}()$ should be used, for example:

$\text{Re}(h_{11b})$ = real part of a hybrid parameter;

$\text{Im}(s_{21e})$ = imaginary part of an s-parameter.

NOTE Alternatively, the numerical value may include either real and imaginary values or magnitude and angle values.

4.4.3 Use of upper-case or lower-case letters

Where both upper-case and lower-case letters are shown in 4.4.1 and 4.4.2, upper-case letters shall be used for the representation of

- a) elements of external circuits in which the device may form only a part;
- b) all inductances and capacitances.

Lower-case letters shall be used for the representation of circuit elements inherent in the device (with the exception of inductance and capacitance).

4.4.4 List of subscripts

d	=	differential	
F, f	=	forward; forward transfer	
I, i	=	input	
O, o	=	output	
R, r	=	reverse; reverse transfer	
T	=	depletion layer	
11	=	input	} applicable to matrix parameters only.
22	=	output	
12	=	reverse transfer	
21	=	forward transfer	
1	=	input	} Not applicable to matrix parameters
2	=	output	

4.4.5 Additional subscript

A further subscript may be used for the identification of the circuit configuration (for example, for the terminal or reference terminal, see 4.2.4). When no confusion is possible, this further subscript may be omitted.

NOTE Without these further subscripts, the initial letter suffixes for matrix parameters do not define the circuit configuration, and the numeric suffixes do not define either the circuit configuration or whether the value is small-signal or static, for example

h_{21E} or h_{FE}	=	static value of forward current transfer ratio in common-emitter configuration;
h_{21e} or h_{fe}	=	small-signal value of the short-circuit forward current transfer ratio in common-emitter configuration;
$Z_e = R_e + jX_e$	=	small-signal value of the external impedance;
r_B	=	d.c. value of the internal base resistance.

4.4.6 Use of upper-case and lower-case subscripts

Where both upper- and lower-case subscripts are shown in 4.4.4 or used as shown in 4.4.5, the upper-case subscript shall be used for the representation of the total value (the large signal value), and the lower-case subscript shall be used for the small signal value. If more than one subscript is used, subscripts for which both styles exist shall be either all upper-case or all lower-case. Subscripts for terminals shall follow the same case rule, for example: h_{FE} , y_{RE} , h_{fe} , but C_{Te} (T has no lower-case variant).

4.5 Letter symbols for other properties

4.5.1 Time-related properties

t = time, duration

f = frequency

For example: t_r = rise time;
 $f_{\max}$ = maximum frequency of oscillation.

4.5.2 Time subscripts

d = delay

f = fall

on = turn on

off = turn off

p = pulse duration

r = rise

s = carrier storage

w = average pulse duration

4.5.3 Thermal properties

T = temperature, indicating either Celsius or Kelvin temperature, for example: $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $T_0 = 295\text{ K}$.

NOTE 1 The use of the lower-case letter, t , is strongly deprecated.

NOTE 2 In the case where distinctive letter symbols are needed for Celsius temperature and Kelvin temperature, the letter symbol T with the unit in brackets denoting Celsius temperature $T\text{ (}^\circ\text{C)}$ or Kelvin temperature $T\text{ (K)}$ should be used.

NOTE 3 Differences between two temperatures are expressed using the same unit as that used for the two temperatures. This results from the pertinent magnitude equation, for example: $T_2\text{ (}^\circ\text{C)} - T_1\text{ (}^\circ\text{C)} = \Delta T\text{ (}^\circ\text{C)}$.

$R_{th(x-y)}$, $R_{th(X-Y)}$ = thermal resistance;

$Z_{th(x-y)}$, $Z_{th(X-Y)}$ = transient thermal impedance;

$Z_{thp(x-y)}$, $Z_{thp(X-Y)}$ = transient thermal impedance under pulse conditions.

NOTE In the letter symbols given above, the letters x, y or X, Y stand for the subscripts that denote the points or regions between which the thermal resistance or impedance extends. These subscripts should be taken from the list given in 4.5.4.

4.5.4 Subscripts for thermal properties

j, J = junction (channel) (note 1)

vj, VJ = virtual junction (channel) internal equivalent (notes 1 and 2)

c, C = case (note 3)

ch = channel (note 1)

r, R = reference point (note 3)

a, A = ambient (note 3)

s, S = heat sink

f, F = cooling fluid, other than air

sb = substrate

stg = storage
 sld = soldering
 op = operating (note 4)
 th, θ = thermal

NOTE 1 The subscripts j (or J) and vj (or VJ) may be used instead of ch to indicate “channel”.

NOTE 2 In data sheets, specifications always refer to the virtual junction (channel) temperature. Therefore, the letter v in the subscript may be omitted.

NOTE 3 The use of the longer subscripts “case”, “ref” and “amb” is deprecated. If they are used for thermal resistances or impedances, the subscripts shall be separated by hyphens and put in brackets as shown in the following example: $R_{th(j-amb)}$.

NOTE 4 In letter symbols for operating temperatures, for example, as in T_{aop} for “operating ambient temperature”, the subscript “op” is usually omitted in data sheets if no ambiguity is likely to occur.

4.5.5 Sundry other properties

The following letter symbols are recommended:

K_t = thermal derating factor;
 $\bar{F}$ or F_{AV} = average noise figure, average noise factor;
 F = spot noise figure, spot noise factor;
 N = output noise ratio r ;
 T_n = noise temperature;
 T_0/T_{no} = reference noise temperature.

4.6 Presentation of limit values

4.6.1 General

The limit values of a range of values may be presented using either one of two different conventions. Unless otherwise stated, the absolute magnitude convention is used for discrete semiconductors. The use of the algebraic convention for integrated circuits is detailed in IEC 60748.

4.6.2 Absolute magnitude convention

The following letter symbols are added following the letter symbol or value:

max = the higher limit value of a range, regardless of polarity;
 min = the lower limit value of a range, regardless of polarity.

Where a range of values includes both positive and negative values, both limits are maximum, with an implied minimum limit of zero. Exceptionally, in these standards, where the polarity is not known, ‘min’ may be used to indicate ‘the more negative limit’; but, in this case, the letter symbol shall not be negated.

NOTE To avoid ambiguities, where a range of values includes both positive and negative values, the negation should be shown in the letter symbol (see examples in Table 1).

4.6.3 Algebraic convention

The following subscripts are added to the letter symbol:

A = the most positive value;

B = the most negative value.

NOTE 1 The use of 'max' and 'min' in the algebraic convention is deprecated, as their meaning, when combined with negative values, conflicts with the meaning in the absolute magnitude convention.

NOTE 2 To avoid ambiguities, negation, where present, should preferably be shown in the value (see example 3 in Table 1).

Table 1 – Presentation of limit values with the two conventions

Example	Range	Absolute magnitude convention			Algebraic convention		
		Symbol	max	min	Symbol	A	B
1	----- ////////// -----> 0 2 6 X	X	6	2	X	6	2
2	----- ////////// -----> -2 0 4 X	X -X	4 2	note 1	X	4	-2
3	----- ////////// -----> -6 -2 0 X	X -X	-6 6	-2 2	X -X	-2 6	-6 2
4	----- ////////// -----> (position of "0" not known) a b X	X Note 2	b	a	X Note 2	b	a
NOTE 1 In example 2, the implied minimum is zero, not customarily shown.							
NOTE 2 IEC 60747 and IEC 60748 use the example 4 format when neither the values nor the polarities are known. Once known (for example, in a data sheet), the appropriate form as in examples 1-3 should be used.							

5 Essential ratings and characteristics

5.1 General

The ratings and characteristics prescribed in IEC 60747 and IEC 60748 are the minimum that should be quoted by a manufacturer when describing his product for general use. Published data should be presented in accordance with 5.3.

There are, however, products that perform well in specific circuits without all these ratings and characteristics being specified. The data for such products may not include all the requirements of this clause.

5.2 Relationship between conditions of use, ratings and characteristics

5.2.1 General

Semiconductor ratings are the limiting conditions of use that all conforming devices will withstand but beyond which damage to the device may occur.

Operating conditions of use are the conditions at which the specified characteristics are valid but beyond which the characteristics may not remain within the specified limits.

Measuring conditions are those in which a characteristic is measured when being tested.

NOTE 1 Limiting conditions may be either maxima or minima and are known as maximum ratings and minimum ratings, respectively.

NOTE 2 IEC 60134 explains the rating systems in general use and, in particular, the division of responsibility between the manufacturer of semiconductor devices and circuit designers.

NOTE 3 Many ratings and characteristics can be interchanged but never under the same conditions in the same data sheet. For example, the limiting point on the reverse characteristic curve of a diode may be defined as either I_{Rmax} (characteristic) at V_{Rmax} (rating), or V_{BRmin} (characteristic) at I_{Rmax} (rating), but not both.

However, I_{Rmax} (characteristic) at V_{Rmax} (rating), and V_{BRmin} (characteristic) at I_{RMmax} (rating) is permissible, as I_{RM} is time restricted while V_R is continuous.

Other points below the limit on the same curve may be given independently, for example, I_{R2max} (characteristic) at specified V_R (operating condition).

5.2.2 Usage under unspecified conditions.

Users should consult the device manufacturer before applying to a device any condition that is not covered in the manufacturer's data, for example, the application of solvents or ultrasonics during equipment assembly.

5.2.3 Production spread and compliance

There is no tolerance on the limit values of ratings and characteristics given in published data. However, in commercial dealings involving bulk transactions, the acceptable proportion of devices which may fail to meet the above criteria and the methods of verification are a matter for agreement between the supplier and the purchaser. Such methods may permit a percentage of failed devices to be included in the supplied lots.

For semiconductor devices marketed under the IECQ scheme, these methods and values are prescribed in the relevant parts of IEC 60747 and IEC 60748.

5.3 Standard format for the presentation of published data

Published data should contain information on the items listed below. The requirements to be met by devices supplied under the IECQ system are fully prescribed in the parts of IEC 60747 and IEC 60748 related to the IECQ system.

- a) Manufacturer's type number.
- b) Category of the device according to the relevant part of these publications (IEC 60747 or IEC 60748), the semiconductor material (for example, silicon) and, where appropriate, the polarity (for example, PNP or NPN).
- c) Information on outlines, terminal identification and connections, case material (glass, ceramic, metal, plastic, etc.) and the finish of leads.
- d) Electrical and thermal ratings. Where appropriate, the position of the reference points for temperature and high-current-low-voltage measurements shall be stated.
- e) Electrical and thermal characteristics and associated information.
- f) Mechanical data.
- g) Environmental data and/or reliability data.
- h) Curves, for example, graphical representation of characteristics.

5.4 Type identification

Where the manufacturer's type number is not clearly marked on the device, the method of type identification should be indicated, for example, colour coding, using a double-width band for the first digit.

5.5 Terminal and polarity identification

5.5.1 General

The function of each terminal should be identifiable, either from the outline drawing, or by means of terminal marking.

Any electrical connection between an electrode and the case should be stated.

If there is a possibility of the colour code at the cathode end of diodes in very small envelopes being confused with a type marking, then the latter may be omitted.

5.5.2 Examples of terminal marking

a) Colour coding

Anode	Cathode	Gate	Collector	Emitter	Base
Blue or black	Red (or white for diodes)	Yellow or white	Red	Blue	Yellow

b) The rectifier diode graphical symbol points towards the cathode terminal.

c) The type-number coloured bands are placed nearer to the cathode terminal.

5.6 Electrical ratings and characteristics

All electrical ratings and characteristics should be stated with reference to externally available connections.

5.7 Cooling conditions

5.7.1 General

Semiconductor devices are specified either as ambient-rated (mode A), case-rated (mode C) or both ambient- and case-rated devices. As an exception, they may be specified as forced-cooling rated (mode F) devices, which, apart from the cooling conditions, are categorized in IEC 60747 and IEC 60748 as ambient rated devices, or as heat-sink rated devices which are categorized in these publications as case-rated devices.

NOTE Where virtual junction temperature is given as a rating, this is for calculation purposes only, as it is only partially under the control of the user. (When dissipating power, the junction temperature depends on the device thermal capacity and resistivity characteristics.)

5.7.2 Ambient temperature conditions

Where devices are specified as ambient-rated devices, this signifies that the device characteristics apply under natural air-cooling conditions (air under conditions of natural convection) (unless otherwise stated, see 5.7.4).

5.7.3 Case-temperature conditions

Where devices are specified as case-rated devices, this signifies that the device characteristics apply under the conditions of conduction cooling through a defined area of the case.

NOTE Where thermal resistance or impedance characteristics are quoted, they apply to an equivalent circuit approximation of the device thermal characteristics that assumes all heat flows through a specified reference point in the above area.

Information should be given concerning the means of obtaining good thermal contact between the device and a heat dissipator, including where appropriate, method of attachment, the preparation of contact surfaces to improve thermal and electrical contact and recommendations on suitable thermally conductive compounds or washers.

5.7.4 Forced cooling temperature conditions

Where devices are specified as forced cooling devices, this signifies that the device characteristics apply under the conditions of forced fluid cooling.

Information should be given concerning the type of fluid (air, freon, water, oil, etc.), the position and orientation of the device relative to the flow of the fluid, and the velocity and pressure of the fluid at the inlet.

5.7.5 Heat-sink temperature conditions

Where devices are specified as heat-sink rated devices, this signifies that the device characteristics apply when the device is mounted on an external heat-sink in accordance with the manufacturer's specified mounting conditions. The case temperature is that of a specified point thermally close to the device case surface, either on the surface or within the external heat-sink.

NOTE The thermal characteristics of the interface between the device and the external heat-sink are included in the specified device thermal characteristics of heat-sink rated devices.

5.7.6 Mixed mode devices

Some ambient rated devices can be provided subsequently with a fin or with a fastening clip. Since the major part of the heat dissipated by the device is then removed by conduction towards this clip or this fin, the device should then be treated as a case-rated device.

5.8 Recommended temperatures

It is recommended that ratings and characteristics be stated at 25 °C and at one (or more) other temperature(s).

5.9 Recommended voltages and currents

When electrical characteristics are required at reference voltages or currents, the values of the R10 series taken from ISO 3 are recommended. In order of preference, these are:

1st preference:	1,0			2,0				5,0			10,0
2nd preference:	1,0		1,6		2,5		4,0		6,3		10,0
3rd preference:	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0

These figures can be multiplied by 10^n , where n can be a positive or a negative integer.

When electrical characteristics are required at reference voltages equal to, or higher than, 200 V values may be rounded off.

5.10 Mechanical ratings (limiting values)

5.10.1 General

In the following subclauses on mechanical ratings, the preferred method of stating the information required should be in accordance with the relevant section of IEC 60068.

5.10.2 Mounting constraints

Where appropriate, any significant conditions and/or any restrictions should be stated, for example:

- a) horizontal or vertical mounting position;
- b) the minimum distance from the body at which a flexible lead may be bent at right angles;
- c) for stud-mounted devices, the maximum torque and, where appropriate, the minimum torque, which may be applied under specified conditions;
- d) for press-pack devices, the maximum pressing force that may be applied and, where appropriate, the minimum pressing force that shall be applied under specified conditions;
- e) for heat-sink rated devices, the mounting requirements, the interface material and flatness of the external heat-sink over the contact area.

5.10.3 Ratings for terminations

a) Stress ratings

A statement of any restrictions on the stresses that may be applied should be given.

b) Temperature ratings

The maximum temperature of the terminations at a specified distance from the body for a specified time, together with any other limiting conditions, should be given as appropriate to the intended method(s) of attachment (for example, soldering, welding, etc.).

When these ratings are significantly dependent on the initial temperature of the device, any information on derating should be given.

5.10.4 Additional ratings

Where appropriate, for certain applications, additional information may need to be given, for example, limiting values for acceleration, shock and vibration, environmental conditions, etc.

5.11 Mechanical characteristics

5.11.1 Dimensions

Either: refer to a standard IEC outline drawing and base drawing where appropriate (see IEC 60191-2);

or: give an outline drawing (and base drawing, where appropriate) showing dimensions with appropriate tolerances.

The type of termination (for example, wire-ended, strip, stud, etc.) should be indicated.

The function of each terminal and where appropriate, of the case (for example, anode, gate, collector) should be stated.

5.11.2 Additional characteristics

Where appropriate, for certain applications, additional information may need to be given, for example, the weight of the device.

5.12 Multiple devices having a common encapsulation

5.12.1 General

The following applies to multiple devices having a common encapsulation, in which the individual devices can be measured and may be used separately.

The individual devices should be identified and any common terminal stated.

5.12.2 Electrical ratings

- a) Ratings for each individual device in accordance with IEC 60747-2, IEC 60747-3, etc.
- b) Maximum isolation voltage between the individual devices.
- c) The maximum total power dissipation for each individual device and the maximum total power dissipation of the multiple device, under the same conditions of case or ambient temperature as for each individual device.

5.12.3 Electrical characteristics

- a) Characteristics for each individual device in accordance with the relevant part of IEC 60747-2, IEC 60747-3, etc.

NOTE Where these values are temperature-dependent, there should be no significant dissipation in the internal devices not being measured unless this is otherwise specified.

- b) Where appropriate, maximum leakage current between the individual devices.
- c) Where appropriate, biasing magnitude and polarity required for isolation.
- d) The nature and magnitude of any electrical cross-coupling effect (for example, capacitance), under the intended conditions of operation.
- e) Where multiple devices are supplied with the intention of having matched characteristics, the degree of matching of the specified characteristics and the conditions of use that apply.

NOTE The degree of matching should be stated at 25 °C and at one higher temperature.

5.12.4 Thermal characteristics

- a) Where appropriate, the maximum thermal resistance of that part of the heat path to case or ambient which is common to all devices, should be stated under the same conditions as for each device separately.

This represents the thermal coupling resistance between devices.

- b) Where appropriate, the maximum thermal resistance between each individual device and the hot end of the common heat path should be stated.

This represents the decoupled part of the thermal resistance of each device.

6 Measuring methods

6.1 General

The measuring methods described in IEC 60747 and IEC 60748 outline the principles employed but not the detailed techniques for practical application. They describe methods that are considered to give the most accurate results, and as such, are sometimes referred to as reference methods.

Wherever possible, for each characteristic, there should be only one basic method. Where more than one method of measuring is described, it is implied that each method is suitable, although under a specified range of conditions of use, one of the methods may be more appropriate than another.

6.2 Alternative methods of measurement

Any variation or alternative method of measurement may be used, provided that allowances are made for the measurement accuracy. For example, the measurement of temperature-dependent characteristics before temperature stability has been reached shall include an allowance for any expected characteristic change with temperature.

A characteristic specified under steady-state conditions may only be measured before thermal equilibrium has been reached or by a pulse method, provided that an allowance is made for any change in the measured value that would have occurred if steady-state conditions had been used.

NOTE If a pulse method is chosen, it must be ensured that there are no electrical or thermal transient phenomena that may affect the accuracy of the measurement.

6.3 Measurement accuracy

Allowance shall be made in the actual measured values of characteristics for any measuring accuracy tolerances. Measurements taken by, or on behalf of, the supplier shall lie within the published limit values by at least this tolerance, and measurements taken by, or on behalf of, the purchaser shall lie outside the published values by at least this tolerance.

The actual values applied to the device to verify ratings by, or on behalf of, the supplier, shall lie sufficiently outside the published values to allow for the accuracy of the verification method. Values applied by, or on behalf of, the purchaser shall lie sufficiently within the published values for similar reasons.

The measurement accuracy shall take into account both the electrical and the environmental conditions.

Wherever possible, methods giving a direct answer are preferable, as calculated results are based on equivalent circuits that may not be valid under all conditions.

NOTE 1 The specified conditions of measurement should align with those given in the essential ratings and characteristics clauses.

NOTE 2 The manufacturer may, at his discretion, add additional tolerances. (To allow, for example, for drift of the characteristics during the life of the device.)

6.4 Protection of devices and measuring equipment

6.4.1 General

The precautions described in this clause are generally valid for discrete devices and integrated circuits. Special precautions for particular device categories are given together with the measuring methods in the relevant part of these publications for the category.

NOTE Electrostatic sensitive devices should be handled as described in IEC 61340.

6.4.2 Limiting values

The test conditions for all characteristics measurements should be such that the limiting values of the device (the maximum ratings) are not exceeded. Circuits may, for example, include clamping diodes or resistors to limit maximum instantaneous currents and voltages.

It is recommended that devices should not be inserted into or removed from a circuit while it is energized.

6.4.3 Measuring instruments and power supplies

It is advisable to protect the meters and power supplies against overloads arising from faulty semiconductor devices or incorrect connection.

6.5 Thermal conditions for measuring methods

6.5.1 General

The following recommendations for the control of thermal conditions should be observed whenever such control is required. This degree of control will usually only be needed if the characteristic being measured is significantly temperature-dependent.

Thermal equilibrium may be considered to have been achieved if doubling the time between the application of power and the measurement causes no change in the indicated result within the expected error.

6.5.2 Ambient rated devices

For measurement purposes, natural air-cooling conditions apply when the ambient temperature is measured below a semiconductor device that is supported by its leads in an enclosure of a substantially uniform air temperature.

The ambient temperature T_a shall be measured below the case of the device at a distance from this case equal to about five times its diameter, but not less than 10 mm.

The support points of the device should not be less than 10 mm ($3/8$ in) from the body of the device, except for devices having very short leads, in which case the location of the support points shall be specified. The supports shall be at a temperature no less than that of the ambient temperature.

The measurements should be carried out in a chamber of suitable dimensions with non-reflective walls, so constructed that no region where the devices may be placed is heated by direct radiation and where natural air convection is not materially affected.

The chamber should be capable of maintaining, in any region where the devices may be placed, a temperature which is within a tolerance of ± 2 °C, or less if required, of a specified temperature.

It is permissible to stir gently the air inside the chamber, provided that this does not cool the devices, and provided that the same results would be obtained in a larger chamber having only normal convection.

NOTE The reproducibility of measurements for ambient rated devices depends largely on the chamber design.

6.5.3 Case-rated devices

For measurement purposes, conduction-cooling conditions apply when the case temperature is measured at a specified point on, or thermally near, the external surface of the device and when heat is conducted evenly over the whole of the defined cooling area of the device.

Measurements shall be carried out under such conditions that the case-ambient thermal resistance is as small as possible, compared with the junction-case thermal resistance.

NOTE This condition may be achieved, for example, by mounting the device in or on a large mass of metal that is thermostatically controlled, or by mounting it in an oil bath that is thermostatically controlled.

6.5.4 Force cooled devices

For measurement purposes, forced cooling applies when the temperature is measured at a specified point in front of the device in the path of the flow.

Measurements shall be carried out in strict compliance with the data sheet specified conditions.

6.6 Accuracy of measuring circuits

6.6.1 Power supplies

Power-supply ripple should not affect the desired accuracy of the measurements.

6.6.2 Constant current source

A current source should be considered constant if a two-to-one increase in the load impedance does not produce a change in the value being measured that is greater than the permitted error of measurement.

6.6.3 Constant voltage source

A voltage source should be considered constant if a two-to-one decrease in the load impedance does not produce a change in the value being measured that is greater than the permitted error of measurement.

6.6.4 Circuit conditions

If low currents are measured, suitable precautions should be taken to ensure that parasitic circuit currents or external leakage currents are small compared with the current being measured.

Care should be taken to ensure that stray capacitance and inductance values have no effect on the measurement result within the desired accuracy, or alternatively that the effects of stray capacitance and inductance are taken into account in the result.

Coupling or bypassing capacitors should present effective short circuits at the measurement frequency. Where r.f. decoupling is important, the necessary components and/or mounting conditions of the device should be as specified.

Care should be taken to minimize spurious oscillations or distortions likely to affect the accuracy of the measurement.

6.6.5 Open circuit

A circuit should be considered as an open circuit if a two-to-one decrease in its impedance does not produce a change in the value being measured that is greater than the permitted error of measurement.

6.6.6 Short circuit

A circuit should be considered short-circuited if a two-to-one increase in its impedance does not produce a change in the value being measured that is greater than the permitted error of measurement.

6.6.7 Lighting conditions

When a characteristic is known to be light-sensitive, the effect of lighting conditions should be taken into account.

6.6.8 Measuring instruments

For any device carrying large currents, separate current-carrying and voltage-measuring contacts should be used. When this is not possible, corrections may have to be made to the measured values of inter-terminal voltages.

In addition, for high-current devices, residual inductance should be as low as possible.

The input and output waveforms of rectifying and converting circuits may be distorted from sinusoidal. Conventional sinusoidal conversion factors are not applicable to distorted waveforms, for example, from average to r.m.s. or crest values.

Therefore, allowance should be made in the measuring process. Allowance must be made for the voltage drop across current-measuring circuits and for the current taken by voltage-measuring circuits, if these are significant.

6.6.9 Small signal

A signal should be considered small if a two-to-one increase in its magnitude does not produce a change in the value being measured that is greater than the permitted error of measurement.

6.6.10 Pulse measurements

For measurements using pulse technique, when duty factor, pulse duration and repetition frequency are not specified, these should be so chosen that the change in the value being measured is not greater than the permitted error of measurement when each of the following is independently applied:

- a) the pulse duty factor is doubled;
- b) the pulse duration is doubled;
- c) the pulse repetition frequency is halved.

7 Acceptance and reliability of discrete devices

7.1 General

Acceptance and reliability testing may be used where appropriate to augment, but not to replace, adequate manufacturing process control. ISO 9000 details minimum quality requirements.

For devices supplied under the IECQ system, this testing is prescribed in the relevant parts of these publications.

NOTE 1 The endurance tests given in 7.2 and many of the mechanical and climatic test methods included in IEC 60749 are suitable for use for acceptance and reliability purposes.

NOTE 2 For the presentation of reliability information resulting from tests on semiconductor devices, see IEC 60319.

7.2 Electrical endurance tests

7.2.1 General

Appropriate endurance tests, the failure-defining characteristics and the failure criteria are specified in the relevant part of these publications for each category of device. This clause contains the general requirements applicable to all device categories.

When applied for more than 200 h, the tests are considered to be destructive.

NOTE These tests should not be confused with "burn-in" which is sometimes applied 100 % as part of the device manufacturing process.

7.2.2 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 specified.

7.2.3 Mounting conditions

7.2.3.1 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 lengths less than 5 mm shall be mounted in accordance with the manufacturers' recommendations. The support(s) shall be maintained at a temperature within the ambient operating temperature tolerance.

7.2.3.2 Case-rated devices

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

7.2.4 Operating temperature

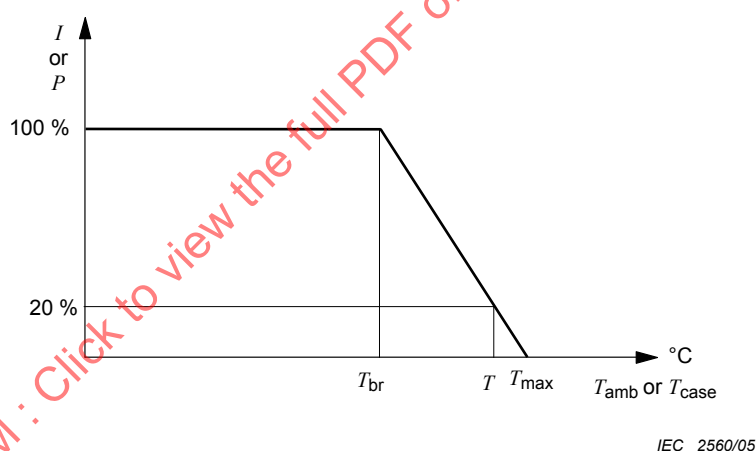


Figure 2 – Derating curve

The operating temperature shall be specified at a point between T_{br} and T (see Figure 2). Temperature T corresponds to the 20 % point as shown in Figure 2.

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 temperature.

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

7.2.5 Operating voltage

The operating voltage should be that recommended in the relevant part of IEC 60747 and IEC 60748. 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.

7.2.6 Power dissipation or current

The devices under test shall be operated with power dissipation or current according to the derating curve (see Figure 2), except in the case of the high-temperature blocking or 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.

7.2.7 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 Table 2 are recommended.

Table 2 – Failure rate operating conditions

Operating voltage	Power dissipation or current
100 %	50 % 20 %
50 %	100 % 50 % 20 %
20 %	100 % 50 %
NOTE 1 The 100 % values refer to those recommended in the relevant publication part for the category of device.	
NOTE 2 Some stress combinations listed above cannot be safely applied to some device classes or types. Any specified test conditions should be chosen to be within the safe operating area (avoiding thermal runaway and/or second breakdown) for the category of device under test.	

7.2.8 Duration of test

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

160 ⁺⁸ ₋₀ h	1 000 ⁺³⁶ ₋₃₀ h
336 ⁺¹⁶ ₋₂₀ h	2 000 h ⁺⁸⁴ ₋₈₄
	5 000 h ⁺⁸⁴ ₋₈₄
672 ⁺²⁰ ₋₃₀ h	10 000 h ⁺⁸⁴ ₋₈₄

If intermediate measurements are made, they should also be performed at the times given in the above list and the test conditions should be re-applied within 8 h. The duration of the measurements should not be included in the duration of the test.

Where the duration is defined by a number of cycles, the sequence 1, 2 or 5×10^n , where n is an integer (including zero) shall be used.

Final measurements should be measured within 96 h of removal of the devices from the test.

7.2.9 Measurements

Measurements shall be made at an ambient or reference-point temperature of 25 ± 5 °C.

Characteristics shall be measured in the sequence in which they are listed, as the changes of characteristics caused by some failure mechanisms may be wholly or partly masked by the influence of other measurements.

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.

7.2.10 Definition of failure

A device, which after test does not meet the limits specified for one or more of the characteristics for its device category, 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 that 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 should be given in the data sheet. Manufacturers may at their own discretion insert any test limits applied before carrying out acceptance tests, to ensure that the devices meet their published data sheet limits after the acceptance test has been applied.

7.2.11 Precautions

7.2.11.1 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.

7.2.11.2 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.

7.2.11.3 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.

7.2.11.4 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 wideband 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) that will limit the device dissipation during runaway. Such resistor(s) should 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 becomes a short circuit. When such resistor(s) are placed close to device terminals, they will frequently function also as oscillation suppressors.

When any resistance is included in the circuit for any purpose, the bias at the device terminals shall be as specified when the device is at thermal equilibrium under the specified test conditions.

7.2.12 Procedure in case of a testing error

The results of tests carried out using inaccurate or faulty test equipment or where operator error is suspected, shall not be included for the purpose of device assessment.

8 Electrostatic-sensitive devices

The definitive standard for the handling of electrostatic sensitive devices is IEC 61340.

This clause provides requirements for labelling of electrostatic sensitive devices and packaging. They are applicable to discrete devices and integrated circuits.

8.1 Label and symbol

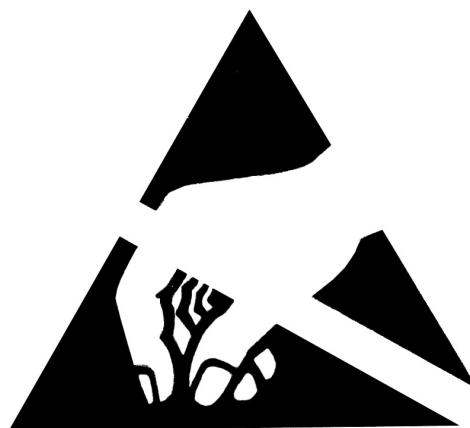
A distinctive symbol to be used for those electrostatic sensitive devices that require special handling is shown in Figure 4a. The symbol or label should be used at the innermost practical level of packaging and on the device itself if space permits. It may also be used on device data sheets, on storage bins, and on special protective wrapping materials. The symbol is intended for use where available space does not permit the use of a label.

8.1.1 Device marking

If space does not permit the full symbol to be used, the device may be marked with the simplified version of the symbol shown in Figure 4b. When used as a device marking, monochromatic reproduction in any colour that contrasts with the background may be used. Wherever possible, the colour red for the symbol should be avoided as red suggests a personnel hazard. If used elsewhere, the symbol should be black on a yellow background.

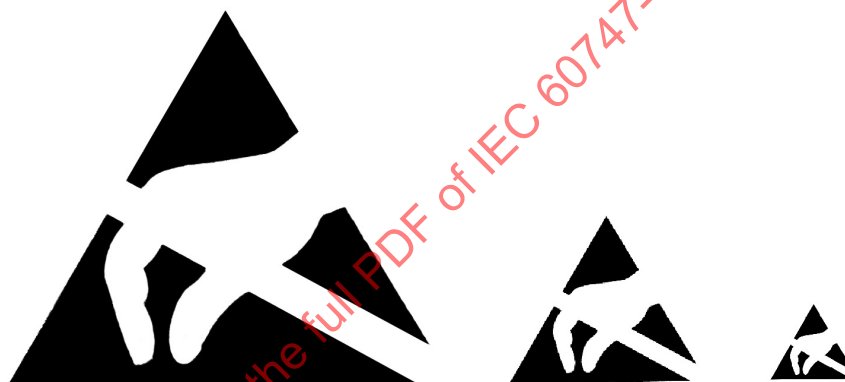
8.1.2 Label

The label comprises the symbol with the words: "ATTENTION – Observe precautions for handling – ELECTROSTATIC SENSITIVE DEVICES". The symbol and lettering should be black on a yellow background.



IEC 2561/05

Figure 3a – Basic symbol



IEC 2562/05

Figure 3b – Simplified version for extreme reduction

Figure 3 – Symbol to be used for the electrostatic sensitive devices that require special handling

8.2 Test methods for semiconductor devices sensitive to voltage pulses of short duration

A number of types of semiconductor device are sensitive to voltage pulses of short duration such as those caused by electrostatic discharge occurring during normal handling.

The test method described in IEC 60749-26 may be used to determine whether the devices are sensitive to the degree that they require special handling precautions and the use of a label and symbol.

The test is regarded as destructive.

9 Product discontinuance notification

9.1 Definitions

9.1.1 Product

A type of semiconductor (for example, packaged semiconductor, wafer, die, etc.).

9.1.2 Product discontinuance

To cancel the supply of a product.

9.1.3 Affected customer

A customer that has placed a purchase order with a supplier within the preceding two years for a product which is to be discontinued, or that has indicated formally to the supplier within the past year the intention to use product in an application, or a customer that has an agreement with the supplier to receive all discontinuation notifications.

9.2 General aspects for discontinuation

The affected customers should receive notification that requires acknowledgement (active information) and can place a last purchase order, to assure a stock for future use of the product.

Distributors receive notification as affected customers and can purchase a stock for continued supply or can give discontinuance notification to their customers.

Contract manufacturers receive notification as affected customers and shall inform their customer to decide on replacement or on a last purchase order.

Last purchase orders are different from normal orders: a last purchase order is irrevocable, and, in case of quality problems, there is no guarantee of replacement products.

9.3 Information for the discontinuance notification

The following information is required.

- a) Date when the supply will be discontinued.
- b) Date for the last purchase order. The period between the date of notification and the date for the last purchase order is at least 6 months.
- c) Delivery time limit: a delayed delivery of maximum 6 months following the date of the last purchase order is possible on request from the customer.
- d) Type number of product to be discontinued.
- e) Reason for planned product discontinuance. Indicates whether a product will no longer be manufactured, or whether it is simply no longer being marketed in a given geographical area.
- f) The contact person of the supplier of the discontinued product for information about the discontinuation.

The following additional information may be given.

- g) Where known, the type number for the replacement product and its supplier.
- h) Possibility for affected customers to buy the rights of manufacturing and design.

9.4 Notification

9.4.1 Active information

The discontinuance notification shall be communicated direct by the supplier to the agreed contact person of each affected customer. For each customer, the customer part number will be indicated, where applicable.

9.4.2 Passive information

The manufacturer should provide the product discontinuance notifications on the Internet. This should include downloadable lists of discontinued products.

9.5 Retention

Product information (including discontinuance notifications) shall be kept for at least three years after the last sales date.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-1:2006+AMD1:2010 CSV

Annex A (informative)

Presentation of IEC 60747 and IEC 60748

IEC 60747 covers semiconductor devices, primarily discrete ones but also contains some information relevant to integrated circuits. IEC 60748 covers integrated circuits. Each publication consists of a number of separately issued parts: IEC 60747-1, IEC 60747-2, etc., and IEC 60748-1, IEC 60748-2 etc., and each part either provides the standard for a defined category of semiconductor device or mandatory specifications for use in the IECQ system for quality assessment of semiconductor devices (or both).

A.1 Scope of the parts of IEC 60747

A.1.1 IEC 60747-1

(For details, refer to Clause 1.)

A.1.2 The majority of the subsequent parts (IEC 60747-2, IEC 60747-3, etc)

These are the standards for the various categories of discrete semiconductor device, (for example, diode, transistor, etc.), and each provides information and requirements that are valid for that category in addition to the general requirements given herein. They contain the information considered a necessary minimum for device use and interchangeability.

Occasionally, a part is divided into separately published subparts identified with a second suffix, for example, IEC 60747-2-1.

A.1.3 The remaining parts of IEC 60747

These are dedicated to the IECQ quality assessment system. They include the Generic Specification for all semiconductor devices and the Sectional and Blank Detail Specifications for discrete semiconductors. These parts do not necessarily follow the presentation rules given in Clause A.3. Unlike the parts described in A.1.2, these parts are mandatory minimum requirements for devices in the IECQ system. See QC 001002.

NOTE These standards can be recognized by the use of the word "specification" in the title.

A.2 Scope of the parts of IEC 60748

A.2.1 IEC 60748-1

This provides information and requirements that are valid for all integrated circuits in addition to the general requirements given herein.

A.2.2 The majority of the subsequent parts of IEC 60748

These contain the standards for the various categories of integrated circuit (for example, digital, interface, etc.) and each provides information and requirements that are valid for that category in addition to the general requirements given herein.

A.2.3 The remaining parts of IEC 60748

These are dedicated to the IECQ quality assessment system. They include the Generic Specification for hybrid integrated circuits and the Sectional, Family and Blank Detail Specifications for all integrated circuits.

NOTE These standards can be recognized by the use of the word "specification" in the title.

A.3 Presentation of the non-IECQ parts of IEC 60747 and IEC 60748

A.3.1 General

The presentation requirements given below are for guidance and may not always apply. The clauses shown below will usually contain subclauses.

Each of the publication parts described in A.1.2 and A.2.1, is subdivided into clauses as follows:

1. Scope
2. Normative references
3. Terms and definitions
4. Letter symbols
5. Essential ratings and characteristics
 - 5.1 Ratings (limiting values)
 - 5.2 Characteristics
6. Measuring methods
7. Acceptance and reliability

A.3.2 Subdivision into device subcategories

The device category dealt with within a publication part is frequently subdivided into several subcategories. In this case, Clauses 5 and 7 are subdivided into corresponding sections. The other clauses are usually given without such a device-oriented subdivision. Exceptionally, the subcategories may be published as independent subparts.

A.3.3 Purpose of the clauses in each publication part

A.3.3.1 Clause 1 – Scope

Provides general information that describes the device types(s) covered by the publication part and the applicability or purpose or usage of the device.

A.3.3.2 Clause 2 – Normative references

Lists all references to other publications which are called up in the body of the part and which are necessary for the use of the part.

A.3.3.3 Clause 3 – Terms and definitions

Provides definitions for those special terms, which are needed in order to understand the part, that are neither given in the IECV (IEC 60050), nor in Clause 3 of this part (IEC 60747-1), or where the wording of such a given definition needs some amplification or modification to better adapt it to the special properties of the particular device category.

In principle, the terms and definitions given in Clause 3 are valid for all devices belonging to the relevant device category. However, further restrictions for one or more subcategories may be necessary and the terms are suitably qualified if this is the case.

NOTE Any terms which are subsequently added to the IECV should then be omitted in later revisions of the part.

A.3.3.4 Clause 4 – Letter symbols

Provides those special letter symbols that are not given in Clause 4 of this publication part, but which are needed in order to understand the part, or where a slightly different letter symbol better adapts it to the special properties in the particular device category.

The letter symbols should be composed according to the general rules for letter symbols, given in Clause 4 of this publication part.

A.3.3.5 Clause 5 – Essential ratings and characteristics

Provides general ratings and characteristics information.

A.3.3.6 Subclause 5.1 – Ratings (limiting values)

Provides a list of the limiting conditions of use which will not damage the device.

The limits of the conditions of use under which it will operate correctly may also be given.

A.3.3.7 Subclause 5.2 – Characteristics

Provides a list of the characteristics of the device that describe the product for general use together with details of the operating conditions under which each given characteristic applies.

When typical values are required in these standards, it should be understood that they are intended for engineering guidance and are not guaranteed values.

A.3.3.8 Clause 6 – Measuring methods

A.3.3.8.1 General

Provides the principles of the measuring methods which are needed for the accurate measurement of device characteristics: primarily those characteristics given as essential in Clause 5 of the part.

A.3.3.8.2 Subdivision of Clause 6

Alternatively, where test methods for the verification of ratings (limiting values) are required, Clause 6 may contain two subclauses:

6.1 Verification of ratings

Methods that apply a rating. Each method is succeeded by the measurement of one or more device characteristics to verify that the device is still correctly functioning.

6.2 Methods of measurement

Methods for measuring the device characteristics as described in A.3.3.8.1.

A.3.3.8.3 Individual measuring methods

Each measuring method should incorporate the following subclauses as appropriate:

- **Purpose**

Specifies whether the method is to verify or to measure and gives any limitations on the use of the method (for example, if another method of measuring the same characteristic is given, the conditions under which this method is preferable to the other one should be stated).

- **Precautions**

Gives any necessary precautions not given in 6.4 of this part (IEC 60747-1).

- **Circuit diagram**

Symbols used in circuit diagrams should be in accordance with IEC 60617. However, if the symbol for the device under test has not yet been standardized, a symbol described in Clause 1 of the part may be used.

- **Circuit description**

Describes the function of the components in the test circuit.

- **Measuring procedure**

Describes the complete measuring procedure step by step.

- **Specified conditions**

These conditions should be the same as those given in the essential characteristics clause of the document for the characteristic being measured.

A.3.3.9 Clause 7 – Acceptance and reliability

Provides those acceptance and/or reliability tests that are applicable.

NOTE Includes endurance test methods, conditions and durations, and the failure-defining characteristics for acceptance after applying the endurance test.

Annex B (informative)

Clause cross-references from first edition of IEC 60747-1 (1983)

New clause (or publication)	Old clause	Old heading (in first edition 1983)
A		Chapter I Scope and presentation of IEC publications 747 and 748
A.1	1	Publications 747
A.1	1.1	Scope
A.1	1.2	Presentation
A.2	2	Publications 748
A.2	2.1	Scope
A.2	2.2	Presentation
1		Chapter II Purpose and presentation of publication 747-1
1	1	Purpose
A.3	2	Presentation
A.3		Chapter III Purpose, presentation and requirements on the contents of publications 747-2, 747-3, etc.
A.1	1	Purpose of each part
A.3	2	Presentation of each part
A.3.1	2.1	Subdivision into chapters
A.3.2	2.2	Subdivision into device sub-categories
A.3.3	3	Requirements on the different chapters of each part
A.3.3.1	3.1	Requirements on Chapter I, General
A.3.3.1	3.1.1	Purpose
A.3.3.3 & A.3.3.4	3.2	Requirements on Chapter II, Terminology and letter symbols
A.3.3.3 & A.3.3.4	3.2.1	Purpose
A.3.3.3 & A.3.3.4	3.2.2	Validity of terms, definitions and letter symbols
A.3.3.4	3.2.3	Letter symbols
A.3.3.5	3.3	Requirements on Chapter III, Essential ratings and characteristics
A.3.3.5 - A.3.3.7	3.3.1	Purpose
A.3.3.8	3.4	Requirements on Chapter IV, Measuring methods
A.3.3.8	3.4.1	Purpose
A.3.3.9	3.5	Requirements on Chapter V, Acceptance and reliability
A.3.3.9	3.5.1	Purpose
IEC 60050-521		Chapter IV Terminology, general
3	1	Introduction
IEC 60050-521	2	Physical terms
IEC 60050-521	3	General terms
3.1	3.1	Terms related to structure
IEC 60748-20	3.2	Terms related to process
3.1	3.3-3.6	Anode & Cathode terminals
IEC 60050-702	3.7	Concepts referring to elements & circuits
3.2	3.8	Concepts referring to active & passive elements, components or devices
Omitted	3.9	Concepts relating to components

New clause (or publication)	Old clause	Old heading (in first edition 1983)
Omitted	4	Types of devices
IEC 60050-521	5	Terms relating to ratings and characteristics
IEC 60050-521	5.1	Currents and voltages
~~3.2~~ 3.3	5.2	Temperatures
3.3	5.3	Thermal characteristics
3.4 & IEC 60050-702	5.4	Noise
3.5 & 3.6	5.5	Various terms
IEC 60050-131	5.6	Terms characterising the constant value or periodic waveforms of currents and voltages
IEC 60469-1	6	Pulse terms and definitions
IEC 60050-521	7	Input-to-output pulse switching times, general terms
4		Chapter V Letter symbols, general
4.1	1	Introduction
4.2	2	Letter symbols for currents, voltages and powers
4.2.2	2.1	Basic letters
4.2.3 - 4.2.7	2.2	Subscripts
Omitted	2.3	Summary chart for current, voltage and power letter symbols
4.2.1	2.4	Example of the application of the rules to a periodic quantity
4.2.8	2.5	Indication of the polarity of currents and voltages
4.4	3	Letter symbols for electrical parameters
4.4	3.1	Definition
4.4.1- 4.4.3	3.2	Basic letters
4.4.4 & 4.4.5	3.3	Subscripts
4.4.2	3.4	Distinction between real and imaginary parts
4.5	4	Letter symbols for other quantities
Omitted	4.1	General
4.5.1 & 4.5.2	4.2	Times, durations
4.5.3 & 4.5.4	4.3	Thermal characteristics and related temperatures
4.5.1	4.4	Frequencies
4.5.5	4.5	Sundry quantities
4.3	5	Letter symbols for logarithmic scale units for signal ratios expressed in dB
4.3	5.1	Power ratio
4.3	5.2	Voltage ratio (or current ratio)

New clause (or publication)	Old clause	Old heading (in first edition 1983)
5		Chapter VI Essential ratings and characteristics, general
5.1	1	Introduction
5.3	2	Standard format for the presentation of published data
4.6	3	Definitions
4.6.1	3.1	Definition of maximum limit and minimum limit
4.6.3	3.1.1	Algebraic convention
4.6.2	3.1.2	Absolute magnitude convention
5.2.1	3.2	Basic "rating" definitions
5.2	3.3	Definitions for rating systems
5.7	4	Definitions of cooling conditions
5.8	5	List of recommended temperatures
5.9	6	List of recommended voltages and currents
5.9	6.1	Recommended voltages
5.9	6.2	Recommended currents
(transferred to IEC 60747-3)	6.3	Preferred nominal values and limits of voltages in the E24 series for voltage-reference diodes
	6.4	Preferred nominal values and limits of voltages in the E12 series for voltage-reference diodes
5.10	7	Mechanical ratings, characteristics and other data
5.10.1	7.1	Introduction
5.10	7.2	Mechanical ratings (limiting values)
5.11	7.3	Mechanical characteristics
5.10	7.4	Other data
5.11.1	8	Standardization of the position of terminals on bases of semiconductor devices
Omitted	8.1	Position of the base, emitter and collector terminals of bipolar transistors
Omitted	8.2	Position of the terminals of high frequency bipolar transistors with four terminals
5.5	9	Colour coding of terminals for semiconductor devices
5.5	9.1	Colour coding of rectifier and signal diode terminals
5.5	9.2	Colour coding of thyristor terminals
5.5	9.3	Colour coding of transistor leads
5.12	10	General information applicable to multiple devices having a common encapsulation
5.12.1	10.1	General
5.12.2	10.2	Electrical ratings
5.12.3	10.3	Electrical characteristics
5.12.4	10.4	Thermal characteristics
5.10 & 5.11	10.5	Mechanical data
5.2.3	11	Production spread and compliance
5.2.2	12	Printed wiring and printed circuits

New clause (or publication)	Old clause	Old heading (in first edition 1983)
6		Chapter VII General and reference measuring methods, general
6		<i>Section 1 General measuring methods</i>
6.1	1	Introduction
6.4	2	General precautions
6.4	2.1	Protection of devices and measuring equipment
6.3 & 6.6	2.2	Accuracy of measurement
6.6	2.3	Definitions
6.6.9	2.3.3	Small signal
6.6.10	2.3.6	Pulse measurements
6		<i>Section 2. Reference measuring methods.</i>
6.1	1	Guide for reference measuring methods
6.1	1.1	Guiding principles in selecting reference methods
6.5	2	Thermal conditions for electrical reference measuring methods
6.5	2.1	Introduction
6.5	2.2	Conditions in case of negligible power dissipation in the device
6.5	2.3	Conditions in case of significant power dissipation in the device
7		Chapter VIII Acceptance and reliability of discrete devices
7.1		<i>Section 1. General</i>
7.1		<i>Section 2. General principles (under consideration)</i>
7.2		<i>Section 3. Electrical endurance tests</i>
7.2	1	Purpose and presentation
7.2	2	General requirements
7.2.1	2.1	Conditions for endurance tests
7.2.8	2.2	Duration of test
7.2.9 & 7.2.10	2.3	Failure-defining characteristics and measurements
7.2.10	2.4	Failure criteria
7.2.11	2.5	Precautions
(See	3	Specific requirements. General
other	3.1	List of endurance tests
relevant	3.2	Conditions for endurance tests
publication	3.3	Failure-defining characteristics and failure criteria for acceptance after endurance tests
parts)	3.4	Failure-defining characteristics and failure criteria for reliability tests
7.2.12	3.5	Procedure in case of a testing error
A.3.3.9	3.6	Information to be given in Tables I and II:

New clause (or publication)	Old clause	Old heading (in first edition 1983)
8		Chapter IX Electrostatic-sensitive devices
8	1	Handling precautions
8	1.1	Scope
(referred	1.2	Purpose
out	1.3	General recommendations
to other	1.4	Packaging
publications)	1.5	Transport and storage
	1.6	Handling
8.1	2	Label and symbol
8.1	2.1	Introduction
8.1	2.2	Purpose
8.1.1	2.3	Symbol
8.1.2	2.4	Label
8.1.1	2.5	Device marking
8.2	3	Test methods for electronic devices sensitive to voltage pulses of short duration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-1:2006+AMD1:2010 CSV

Bibliography

IEC 60050-131, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 131: Circuit theory*

IEC 60134, *Rating systems for electronic tubes and valves and analogous semiconductor devices*

IEC 60319, *Presentation and specification of reliability data for electronic components*

IEC 60469-1, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

IEC 60617-DB¹, *Graphical symbols for diagrams*

¹ “DB” refers to the IEC on-line data base.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
1 Domaine d'application	50
2 Références normatives	50
3 Termes et définitions	51
3.1 Structure du dispositif.....	51
3.2 Eléments et circuits	52
3.3 ~~Caractéristiques~~ Propriétés thermiques	52
3.4 Bruit	54
3.5 Perte de conversion	54
3.6 Stabilité des caractéristiques.....	55
4 Symboles littéraux	56
4.1 Généralités.....	56
4.2 Symboles littéraux pour les courants, les tensions et les puissances.....	56
4.3 Symboles littéraux pour les rapports de signaux exprimés en dB.....	59
4.4 Symboles littéraux pour les autres propriétés électriques.....	59
4.5 Symboles littéraux pour d'autres propriétés	61
4.6 Présentation des valeurs limites	63
5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles	64
5.1 Généralités.....	64
5.2 Relation entre les conditions d'utilisation, les valeurs limites et les caractéristiques	64
5.3 Feuille cadre pour la présentation des données publiées.....	65
5.4 Identification de type	65
5.5 Identification des bornes et de la polarité	66
5.6 Valeurs limites et caractéristiques électriques	66
5.7 Conditions de refroidissement	66
5.8 Températures recommandées	67
5.9 Tensions et courants recommandés	67
5.10 Valeurs limites mécaniques	68
5.11 Caractéristiques mécaniques.....	69
5.12 Dispositifs multiples ayant une encapsulation commune.....	69
6 Méthodes de mesure	70
6.1 Généralités.....	70
6.2 Autres méthodes de mesure	70
6.3 Précision des mesures	70
6.4 Protection des dispositifs et de l'appareillage de mesure.....	71
6.5 Conditions thermiques des méthodes de mesure.....	71
6.6 Précision des circuits de mesure	72
7 Réception et fiabilité des dispositifs discrets.....	74
7.1 Généralités.....	74
7.2 Essais d'endurance électriques	74
8 Dispositifs sensibles aux charges électrostatiques	78
8.1 Etiquette et symbole.....	78
8.2 Méthodes d'essai pour les dispositifs à semiconducteurs sensibles à des impulsions de tension de courte durée	79

9	Notification de suppression d'un produit	79
9.1	Définitions	79
9.2	Aspects généraux de la suppression	80
9.3	Informations pour la notification de suppression	80
9.4	Notification	80
9.5	Conservation	81
Annexe A (informative) Présentation de la CEI 60747 et de la CEI 60748		82
Annexe B (informative) Références croisées des articles de la première édition de la CEI 60747-1 (1983)		86
Bibliographie.....		91
Figure 1 – Exemple d'application des règles à un courant périodique		56
Figure 2 – Courbe de réduction.....		75
Figure 3 – Symbole à utiliser pour les dispositifs sensibles aux charges électrostatiques nécessitant une manipulation spéciale		79
Tableau 1 – Représentation graphique des valeurs limites dans les deux conventions.....		64
Tableau 2 – Taux de défaillance en fonction des conditions de fonctionnement		76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 1: Généralités

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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.

Cette version consolidée de la CEI 60747-1 comprend la deuxième édition (2006) [documents 47/1841/FDIS et 47/1848/RVD], son amendement 1 (2010) [documents 47/2015A/CDV et 47/2038A/RVC] et le corrigendum de septembre 2008. Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 60747-1 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont énumérés ci-dessous.

- a) La terminologie figurant actuellement dans le VEI (ou qui était en contradiction avec le VEI) a été omise.
- b) Les lignes directrices relatives aux valeurs limites et caractéristiques essentielles ont fait l'objet d'une révision générale.
- c) La distinction entre méthodes de mesure générales et de référence a été supprimée.
- d) Un article relatif à l'annonce de suppression d'un produit a été ajouté.

La présente version bilingue, publiée en 2009-11, correspond à la version anglaise.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60747, présentée sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 spécifie les exigences générales applicables aux dispositifs discrets à semiconducteurs et aux circuits intégrés couverts par les autres parties de la CEI 60747 et de la CEI 60748 (voir Annexe A).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050-521, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 521: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés*

CEI 60050-702, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 702: Oscillations, signaux et dispositifs associés*

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60191-2, *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 2: Dimensions*

CEI 60747 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs*

CEI 60748 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés*

CEI 60749-26, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du corps humain (HBM)*

CEI 61340 (toutes les parties), *Electrostatique*

QC 001002 (toutes les parties), *Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Règles de procédure* (disponible en anglais seulement)

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-521 et dans la CEI 60050-702 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Structure du dispositif

3.1.1

plage de soudure

surface d'attache sur une pastille à laquelle une connexion peut être faite

3.1.2

conducteur interne

fil soudé à une plage de soudure sur une pastille et destiné à relier cette dernière à un point quelconque situé à l'intérieur du boîtier du dispositif

3.1.3

embase (d'un boîtier)

partie du boîtier sur laquelle une pastille peut être fixée

3.1.4

capot, couvercle

partie d'un boîtier à cavité qui ferme l'enveloppe

NOTE Le terme utilisé dépend du type de boîtier.

3.1.5

borne d'anode (d'une diode à semiconducteurs, à l'exclusion des diodes régulatrices de courant)

borne reliée à la région de type P de la jonction PN ou, lorsque plusieurs jonctions PN de même polarité sont connectées en série, à la région extrême de type P

NOTE Pour les diodes de tension de référence; si elles comprennent des diodes compensées en température, ces dernières n'entrent pas en compte pour la détermination de la borne d'anode.

3.1.6

borne de cathode (d'une diode à semiconducteurs, à l'exclusion des diodes régulatrices de courant)

borne reliée à la région de type N de la jonction PN ou, lorsque plusieurs jonctions PN de même polarité sont connectées en série, à la région extrême de type N

NOTE Pour les diodes de tension de référence; si elles comprennent des diodes compensées en température, ces dernières n'entrent pas en compte pour la détermination de la borne de cathode.

3.1.7

borne d'anode (d'une diode régulatrice de courant)

borne vers laquelle le courant, en provenance du circuit extérieur, circule lorsque la diode est polarisée pour fonctionner comme régulatrice de courant

3.1.8

borne de cathode (d'une diode régulatrice de courant)

borne à partir de laquelle le courant circule vers le circuit extérieur lorsque la diode est polarisée pour fonctionner comme régulatrice de courant

3.2 Éléments et circuits

3.2.1

élément passif de circuit

~~élément de circuit qui contribue essentiellement par la résistance, la capacité, l'inductance, l'interconnexion ohmique, le guidage d'onde, ou une combinaison de ceux-ci, à une fonction du circuit~~

~~NOTE — Par exemple, résistances, condensateurs, inductances, filtres passifs, interconnexions.~~

passif

qualifie un réseau électrique ou un dispositif dont le fonctionnement n'exige pas de source d'énergie autre que les signaux d'entrée, les diodes à semi-conducteur n'étant toutefois pas incluses

[CEI 60050-702:1992, 702-09-07, modifiée]

3.2.2

élément actif de circuit

~~élément de circuit qui contribue à une fonction du circuit par d'autres qualités que celles apportées par un élément passif de circuit, par exemple le redressement, la commutation, le gain, la conversion d'énergie d'une forme à une autre~~

~~NOTE 1 — Des exemples de dispositifs avec des éléments actifs de circuit sont les diodes, les transistors, les circuits intégrés actifs, les dispositifs sensibles à la lumière ou électroluminescents.~~

~~NOTE 2 — Des éléments physiques actifs de circuit peuvent également être utilisés en tant qu'éléments physiques passifs de circuit uniquement, par exemple, pour contribuer par la résistance et/ou la capacité à une température de fonctionnement du circuit.~~

actif

qualifie un réseau électrique ou un dispositif dont le fonctionnement exige une source d'énergie autre que les signaux d'entrée, les diodes à semi-conducteur étant également incluses

NOTE Des éléments de circuit actifs peuvent être utilisés en tant qu'éléments de circuit passifs uniquement, par exemple, pour contribuer à la résistance et/ou à la capacité d'une fonction du circuit.

[CEI 60050-702:1992, 702-09-06, modifiée]

3.2.3

élément de circuit

élément constitutif d'un circuit qui contribue directement à son fonctionnement et réalise une fonction définie

NOTE Le terme peut inclure les moyens d'interconnexion aux autres éléments du circuit ou aux bornes.

3.3 ~~Caractéristiques~~ Propriétés thermiques

3.3.1

température virtuelle (équivalente) de jonction

température virtuelle de la jonction ou du canal d'un dispositif semiconducteur

[CEI 60050-521:2002, 521-05-15, modifiée]

~~3.2.3~~ 3.3.2

température du point de référence

température en un point spécifié sur, à proximité ou dans un dispositif

3.2.4 3.3.3**température de boîtier**

température en un point de référence sur ou à proximité de la surface du boîtier

NOTE Pour les dispositifs plus petits, si le point de référence spécifié n'est pas situé sur le boîtier, mais quelque part ailleurs sur le dispositif (par exemple sur l'une des bornes), alors la température en ce point peut être dite « température du point de référence ». Cependant, les dispositifs se rapportant à cette température sont dits « dispositifs à température de boîtier spécifiée ».

3.2.5 3.3.4**température de stockage**

température à laquelle le dispositif peut être stocké sans qu'il lui soit appliqué de tension

3.3.1 3.3.5**facteur de réduction avec la température**

facteur par lequel il faut que la valeur limite de la puissance dissipable soit réduite si l'on augmente la température du point de référence

3.3.2 3.3.6**réseau thermique équivalent**

circuit théorique équivalent qui simule les résistances thermiques, les capacités thermiques et les sources de courant calorifique d'un dispositif à semiconducteurs (ou circuit intégré), qui donne une représentation des conditions thermiques et du comportement en température dans des conditions de charge électrique et que l'on peut utiliser pour les calculs de température

NOTE 1 On suppose que la totalité du courant calorifique, causé par la dissipation de puissance, s'écoule dans le réseau thermique équivalent.

NOTE 2 Lorsque de la chaleur est générée en plusieurs points d'un dispositif, les réseaux thermiques équivalents devront inclure chaque source si le courant calorifique doit correspondre à la dissipation de puissance totale qui se produit dans le dispositif à semiconducteurs (ou circuit intégré).

3.3.3 3.3.7**impédance thermique transitoire**

quotient de

- la variation de la différence de température, atteinte après un certain intervalle de temps, entre deux points ou deux régions spécifiées, par
- la modification en forme de fonction échelon de la dissipation de puissance qui intervient au début de l'intervalle de temps et provoque la modification de la différence de température

NOTE Il faut que les termes utilisés en pratique indiquent les deux points ou régions spécifiés, par exemple « impédance thermique transitoire jonction-boîtier ». L'utilisation du terme abrégé « impédance thermique transitoire » n'est autorisée que si aucune ambiguïté ne peut en résulter.

3.3.4 3.3.8**impédance thermique en régime d'impulsions**

quotient de

- la différence entre la valeur maximale de la température virtuelle due à la puissance en impulsions et la valeur de la température d'un point de référence externe spécifié, par
- l'amplitude de la dissipation de puissance dans le dispositif produite par une suite périodique spécifiée d'impulsions rectangulaires

NOTE 1 Les phénomènes transitoires initiaux sont négligés et la dissipation de puissance en continu est supposée nulle.

NOTE 2 L'impédance thermique en régime d'impulsions est donnée en fonction de la durée des impulsions avec le facteur d'utilisation comme paramètre.

3.4 Bruit

3.4.1

température de bruit de référence

température absolue (en kelvins) qui est supposée être la température de bruit à l'entrée d'un réseau; on l'utilise pour le calcul de certains paramètres de bruit et pour des besoins de normalisation

NOTE Il n'a pas été possible d'obtenir un accord sur une température de bruit de référence, bien qu'aucune valeur au-dessous de 290 K ni au-dessus de 300 K ne soit utilisée.

3.4.2

facteur de bruit total moyen (d'une diode mélangeuse et d'un amplificateur F.I.)

facteur de bruit moyen d'un mélangeur mis en série avec un amplificateur F.I.

3.4.3

facteur de bruit total moyen normal (d'une diode mélangeuse et d'un amplificateur F.I.)

facteur de bruit total moyen lorsque le facteur de bruit moyen de l'amplificateur F.I. a une valeur normale spécifiée (en général 1,5 dB) et que la bande passante de l'amplificateur F.I. est plus étroite que celle du mélangeur, de telle sorte que la perte de conversion du mélangeur et la température de bruit en sortie soient pratiquement constantes dans la bande passante F.I.

3.4.4

rapport de température de bruit

rapport de la température de bruit en sortie à la température de bruit de référence, lorsque la température de bruit de tous les éléments à l'entrée est à la température de bruit de référence pour toutes les fréquences qui contribuent au bruit en sortie

3.4.5

tension de bruit équivalente d'entrée (d'un dipôle)

tension délivrée par un générateur idéal de tension (ayant une impédance interne nulle) en série avec les bornes d'entrée du dispositif, et qui représente la partie du bruit, engendré dans le dispositif, qui peut être correctement représentée par un générateur de tension

NOTE Dans cette définition, on néglige le courant de bruit équivalent d'entrée qui serait nécessaire pour avoir une représentation complète et précise du bruit du dispositif. Si l'impédance du générateur extérieur est nulle, la tension de bruit représente le bruit total.

3.4.6

courant de bruit équivalent d'entrée (d'un dipôle)

courant délivré par un générateur idéal de courant (ayant une impédance interne infinie) en parallèle avec les bornes d'entrée du dispositif, et qui représente la partie du bruit, engendré dans le dispositif, qui peut être correctement représentée par un générateur de courant

NOTE Dans cette définition, on néglige la tension de bruit équivalente d'entrée qui serait nécessaire pour avoir une représentation complète et précise du bruit du dispositif. Si l'impédance du générateur extérieur est infinie, le courant de bruit représente le bruit total.

3.5 Perte de conversion

3.5.1

perte de conversion (d'un mélangeur, d'une diode mélangeuse ou d'un générateur d'harmoniques)

rapport de la puissance d'entrée disponible à une seule fréquence du signal, à la puissance de sortie disponible à une seule fréquence du signal, ne comprenant pas le bruit propre du mélangeur ni la puissance convertie provenant d'ailleurs que de la fréquence du signal d'entrée

3.5.2

perte d'insertion de conversion (d'un mélangeur, d'une diode mélangeuse ou d'un générateur d'harmoniques)

rapport de la puissance d'entrée disponible à une seule fréquence du signal, à la puissance de sortie délivrée à la seule fréquence du signal, ne comprenant pas le bruit propre du mélangeur ni la puissance de conversion provenant d'ailleurs que de la fréquence du signal d'entrée

3.6 Stabilité des caractéristiques

3.6.1

dérive

différence entre la valeur finale d'une caractéristique à la fin d'une période longue spécifiée et sa valeur initiale, toutes les autres conditions de fonctionnement restant constantes.

NOTE L'utilisation du terme « dérive » pour qualifier le changement immédiat d'une caractéristique en réponse directe à un changement dans les conditions de fonctionnement (par exemple, la température) est déconseillée.

3.6.2

dérive relative

quotient de

- la dérive de la caractéristique par
- la valeur initiale de la caractéristique

NOTE Voir note du 3.6.1.

3.6.3

plage d'instabilité

différence entre les valeurs extrêmes de la caractéristique observée soit de façon continue, soit de façon répétée au cours d'une période spécifiée, toutes les autres conditions de fonctionnement étant maintenues constantes

3.6.4

plage d'instabilité relative

quotient de

- la plage d'instabilité de la caractéristique par
- la valeur initiale de la caractéristique

3.7 Temps de commutation d'impulsion

NOTE 1 Il convient de spécifier les unités de mesure du signal d'entrée et de sortie, par exemple, courant, tension.

NOTE 2 Le temps de retard, le temps de montée, et le temps de descente sont définis dans la CEI 60050-521. (Termes CEI 60050-521-05-21, CEI 60050-521-05-22, et CEI 60050-521-05-24).

3.7.1

temps de commutation à l'état passant

intervalle de temps qui s'écoule entre une modification de la fonction échelon du niveau du signal d'entrée et le moment où l'amplitude du signal aux bornes de sortie atteint une limite spécifiée supérieure quand le dispositif semi-conducteur est passé de son état non-conducteur à celui de conducteur

3.7.2

temps de commutation à l'état bloqué

intervalle de temps qui s'écoule entre une modification de la fonction échelon du niveau du signal d'entrée et le moment où l'amplitude du signal aux bornes de sortie atteint une limite spécifiée inférieure quand le dispositif semi-conducteur est passé de son état conducteur à celui de non-conducteur

3.7.3

temps de stockage des porteurs

synonyme du temps de retard à la coupure

[CEI 60050-521:2002, 521-05-23, modifiée]

4 Symboles littéraux

4.1 Généralités

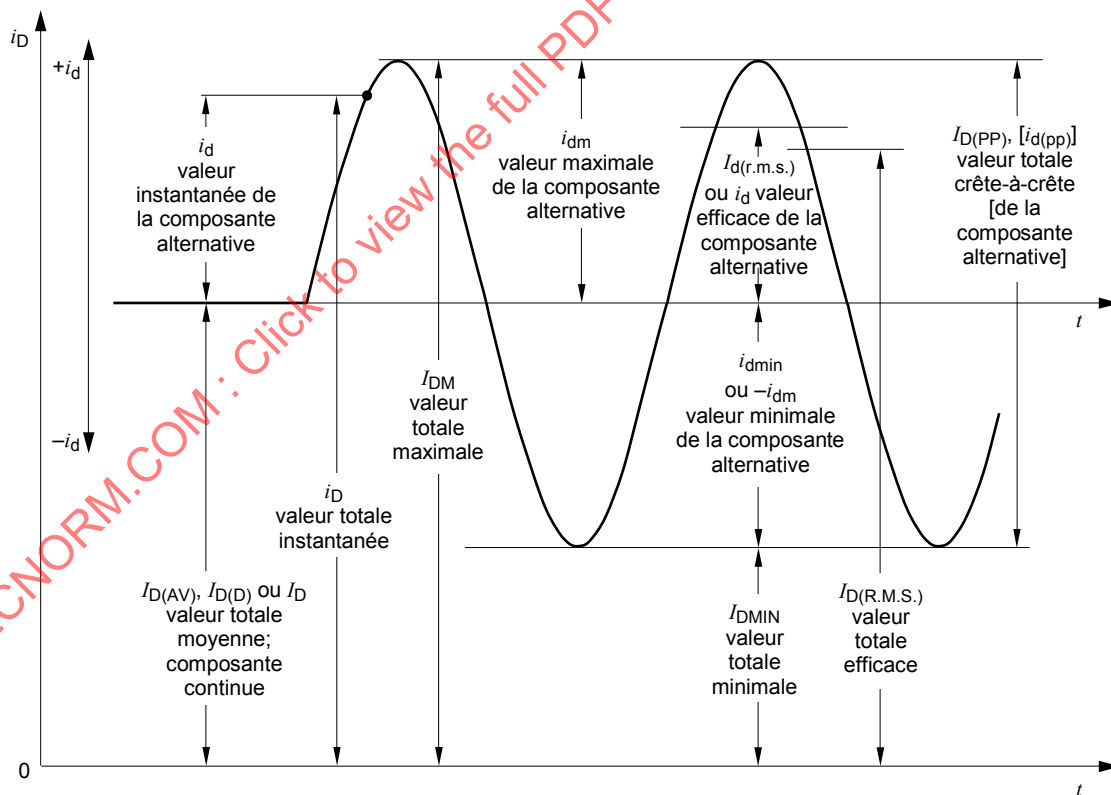
Le présent article établit un système de symboles littéraux pour les propriétés utilisées dans le domaine des dispositifs discrets et des circuits intégrés. Des symboles littéraux supplémentaires pour des catégories spécifiques peuvent être indiqués à l'Article 4 des autres parties de la CEI 60747 et de la CEI 60748. En cas de contradiction, les symboles donnés dans ces parties s'appliquent dans la présente partie.

Les normes générales spécifiées dans la CEI 60027 sont applicables à moins que le présent article ne donne des normes différentes, auquel cas il convient de suivre les spécifications du présent article. Quelques symboles littéraux ou règles pour la composition de symboles plus complexes ont été spécifiquement approuvés aux fins de la CEI 60747 et de la CEI 60748.

NOTE Les définitions pour les termes utilisés dans le présent article se trouvent à l'Article 3 de la présente partie ou des autres parties de la CEI 60747 et de la CEI 60748.

4.2 Symboles littéraux pour les courants, les tensions et les puissances

4.2.1 Utilisation des lettres majuscules ou minuscules et des indices



CEI 2559/05

NOTE D,d = Terminaison de drain

Figure 1 – Exemple d'application des règles à un courant périodique

Lorsque des lettres majuscules et minuscules ainsi que des indices inférieurs désignent des courants, des tensions ou des puissances, les lettres majuscules doivent être utilisées pour représenter la valeur totale (la valeur pour des grands signaux) et les lettres minuscules doivent être utilisées pour les valeurs relatives à la composante alternative (la valeur pour des petits signaux). Si plus d'un indice inférieur est utilisé, les indices pour lesquels les deux représentations existent doivent être représentés tous en majuscules ou tous en minuscules.

A titre exceptionnel, des combinaisons de casses sont utilisées pour éviter l'emploi de parenthèses, par exemple V_{CEsat} .

La Figure 1 en donne un exemple. Elle représente le courant débité d'un TEC constitué d'une composante continue (la valeur moyenne) et d'une composante alternative.

4.2.2 Lettres fondamentales

Les lettres fondamentales à utiliser sont les suivantes:

I, i	= courant
V, v	= tension
P, p	= puissance

NOTE La CEI 60027 recommande les lettres V et v seulement en tant que symboles de réserve pour la tension; cependant, dans le domaine des dispositifs à semiconducteurs, elles sont si largement utilisées que dans cette publication elles ont été préférées à U et u .

4.2.3 Liste des indices

(AV)	= valeur moyenne
(BR)	= claquage
(cr), cr	= critique
(D)	= continu
F, f	= direct
M, m	= valeur maximale en fonction du temps
MIN, min	= valeur minimale en fonction du temps (voir note 3)
n	= bruit
O, o	= circuit ouvert
(OV)	= surcharge
(PP), (pp)	= crête à crête, valeur
R, r	= répétitif, rétablissement, inverse
(R.M.S.), (r.m.s.)	= valeur efficace
S, s	= court-circuit, surcharge accidentelle
(tot), tot	= valeur totale

NOTE 1 En l'absence d'ambiguïté, les indices peuvent être omis, par exemple:

I_B ou $I_{B(D)}$ = courant de base continu.

I_b ou $I_{b(rms)}$ = courant de base continu efficace instantané.

NOTE 2 Pour les autres indices recommandés, voir l'Article 4 des autres parties correspondantes de ces publications.

NOTE 3 Il convient d'utiliser « MIN, min » avec précaution car ils sont susceptibles d'être confondus avec la limite inférieure d'une gamme de valeurs.

4.2.4 Indices désignant des bornes

Lorsqu'il est nécessaire d'indiquer la borne de passage du courant dont le nom est dérivé de celui de cette borne ou d'indiquer la tension de cette borne, un indice unique doit être utilisé.

La borne par rapport à laquelle la tension est mesurée ou, le cas échéant, celle de passage du courant (la borne de référence) doivent être indiquées par un deuxième indice.

Un troisième indice peut être utilisé pour indiquer la connexion externe entre une troisième borne (d'entrée) et la borne de référence, par exemple:

I_{CES} courant collecteur d'un transistor avec la base court-circuitée à l'émetteur;
 $V_{(BR)CEO}$ tension de claquage collecteur-émetteur d'un transistor avec la base en circuit ouvert.

4.2.5 Indices pour les tensions ou les courants d'alimentation

La répétition de l'indice de borne approprié doit indiquer les tensions ou courants d'alimentation, par exemple: V_{CC} , I_{EE} .

S'il est nécessaire d'indiquer une borne de référence, il convient d'utiliser un troisième indice, par exemple: V_{CCE} .

4.2.6 Indices pour les dispositifs ayant plus d'une borne du même type

Si un dispositif a plus d'une borne du même type, l'indice est formé par la lettre appropriée pour la borne suivie d'un nombre. Dans le cas d'indices multiples, des traits d'union peuvent être nécessaires pour éviter toute confusion, par exemple:

I_{B2} = courant continu (c.c.) passant par la borne de la deuxième base;
 V_{B2-E} = tension continue (c.c.) entre la borne de la deuxième base et la borne de l'émetteur.

4.2.7 Indices pour dispositifs multiples

Pour les dispositifs multiples, les indices sont modifiés par un nombre précédant la lettre d'indice. Dans le cas d'indices multiples, des traits d'union peuvent être nécessaires pour éviter toute confusion, par exemple:

I_{2C} = courant continu (c.c.) passant par la borne du collecteur du deuxième transistor;
 V_{1C-2C} = tension continue (c.c.) entre les bornes du collecteur des premier et deuxième transistors.

4.2.8 Indication de la polarité des courants et tensions

4.2.8.1 Symbole littéral non signé

Lorsque ni le symbole littéral ni la valeur ne sont précédés du signe moins, cela désigne soit une tension qui a une valeur positive par rapport à une borne de référence, soit un courant conventionnel qui a une valeur positive et qui entre dans la borne du dispositif en provenance du circuit extérieur, par exemple:

V_{XY} = la tension appliquée à la borne X est positive par rapport à la borne Y;
 I_X = le courant conventionnel entrant dans la borne X en provenance d'une source externe.

4.2.8.2 Symbole littéral négatif

Le signe négatif peut précéder soit le symbole littéral, soit la valeur, par exemple $-V_{XY}$, $-I_X$ désigne les valeurs de la polarité inverse à V_{XY} , I_X . Il résulte de l'application des règles algébriques que $V_{XY} = -5$ V peut être exprimé par $-V_{XY} = 5$ V.

Lorsque la définition désigne elle-même une inversion de la polarité et qu'il n'y a aucune ambiguïté, la négation peut être omise, par exemple, $V_F = 2$ V, $V_R = 10$ V.

4.3 Symboles littéraux pour les rapports de signaux exprimés en dB

dB = le logarithme à base 10 du rapport de deux puissances multiplié par 10.

dB(V) = le logarithme à base 10 du rapport de deux tensions multiplié par 20.

dB(I) = le logarithme à base 10 du rapport de deux courants multiplié par 20.

Exemples:

$$n = 10 \log (P_1/P_2) \text{ dB}$$

$$n = 20 \log (V_1/V_2) \text{ dB (V)}$$

$$n = 20 \log (I_1/I_2) \text{ dB (I)}$$

Dans les deux derniers cas, lorsque, et **uniquement lorsque**, les résistances se rapportant à V_1 et V_2 (ou I_1 et I_2) sont égales ou diffèrent légèrement, la valeur numérique de n sera identique à celle du premier cas et les indices (V) et (I) peuvent être omis.

4.4 Symboles littéraux pour les autres propriétés électriques

Le présent article s'applique aux éléments des circuits électriques équivalents, impédances et admittances, inductances et capacités.

4.4.1 Lettres fondamentales

Z, z = impédance

R, r = résistance

X, x = réactance

Y, y = admittance

G, g = conductance

B, b = susceptance

C = capacité

L = inductance

4.4.2 Lettres pour les paramètres d'une matrice

H, h	=	paramètre hybride
S, s	=	paramètre s
Z, z	=	paramètre d'impédance
Y, y	=	paramètre d'admittance

Les parties réelle et imaginaire des paramètres d'impédance et d'admittance sont identifiées à l'aide des lettres appropriées indiquées en 4.4.1. S'il est nécessaire de faire une distinction, à l'aide du symbole littéral, entre les parties réelles et imaginaires des paramètres hybrides ou s, il convient d'utiliser la notation $\text{Re}(\)$ et $\text{Im}(\)$, par exemple:

$\text{Re}(h_{11b})$	=	partie réelle d'un paramètre hybride;
$\text{Im}(s_{21e})$	=	partie imaginaire d'un paramètre s.

NOTE Sinon, la valeur numérique peut inclure soit les valeurs réelle et imaginaire, soit les valeurs de niveau et d'angle.

4.4.3 Utilisation des lettres majuscules ou minuscules

Lorsque les Paragraphes 4.4.1 et 4.4.2 comportent des lettres majuscules et minuscules, les lettres majuscules doivent être utilisées pour la représentation

- a) des éléments des circuits extérieurs dans lesquels le dispositif ne peut représenter qu'une partie;
- b) de toutes les inductances et capacités.

Les lettres minuscules doivent être utilisées pour la représentation des éléments des circuits inhérents au dispositif (à l'exception de l'inductance et de la capacité).

4.4.4 Liste des indices

d	=	différentiel	
F, f	=	direct; transfert direct	
I, i	=	entrée	
O, o	=	sortie	
R, r	=	inverse; transfert inverse	
T	=	zone de déplétion	
11	=	entrée	} applicable uniquement aux paramètres matriciels
22	=	sortie	
12	=	transfert inverse	
21	=	transfert direct	
1	=	entrée	} non applicable aux paramètres matriciels
2	=	sortie	

4.4.5 Indice supplémentaire

Un indice supplémentaire peut être utilisé pour l'identification de la configuration du circuit (par exemple, pour la borne ou la borne de référence, voir 4.2.4). En l'absence de confusion possible, cet indice supplémentaire peut être omis.

NOTE Sans ces indices supplémentaires, les suffixes sous forme d'initiales relatifs aux paramètres matriciels ne définissent pas la configuration du circuit et les suffixes numériques ne définissent pas la configuration du circuit, ni n'indiquent s'il s'agit d'une valeur statique ou relative à de petits signaux, par exemple:

h_{21E} ou h_{FE}	=	valeur statique du rapport de transfert direct du courant en montage émetteur commun;
h_{21e} ou h_{fe}	=	valeur du rapport de transfert direct du courant, sortie en court-circuit, pour de petits signaux, en montage émetteur commun;
$Z_e = R_e + jX_e$	=	valeur de l'impédance externe pour de petits signaux;
r_B	=	valeur c.c. de la résistance de base interne.

4.4.6 Utilisation des indices majuscules et minuscules

Lorsque des indices majuscules et minuscules sont représentés en 4.4.4 ou utilisés comme indiqué en 4.4.5, l'indice majuscule doit être utilisé pour la représentation de la valeur totale (la valeur pour des grands signaux) et l'indice minuscule doit être utilisé pour la valeur pour des petits signaux. Si plus d'un indice est utilisé, les indices pour lesquels les deux représentations existent doivent être représentés tous en majuscules ou tous en minuscules. Les indices pour les bornes doivent suivre la même règle, par exemple: h_{FE} , y_{RE} , h_{fe} , mais C_{Te} (T n'a pas de variante minuscule).

4.5 Symboles littéraux pour d'autres propriétés

4.5.1 Propriétés relatives au temps

t = temps, durée

f = fréquence

Par exemple: t_r = temps de croissance;

f_{max} = fréquence maximale d'oscillation.

4.5.2 Indices de temps

d = retard

f = descente

on = état passant

off = état bloqué

p = durée d'impulsion

r = croissance

s = stockage des porteurs

w = durée d'impulsion moyenne

4.5.3 Propriétés thermiques

T = température, indiquant la température Celsius ou la température absolue (Kelvin), par exemple: $T_a = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_o = 295\text{ K}$.

NOTE 1 L'usage de la lettre minuscule, t , est fortement déconseillé.

NOTE 2 S'il est nécessaire d'utiliser un symbole littéral différent pour la température Celsius et la température absolue (Kelvin), il convient d'utiliser le symbole littéral T avec l'unité entre parenthèses désignant une température Celsius $T(^{\circ}\text{C})$ ou une température absolue (Kelvin) $T(\text{K})$.

NOTE 3 Les différences entre deux températures sont exprimées au moyen de la même unité que celle utilisée pour les deux températures. Cela résultant de l'équation correspondante, par exemple: $T_2(^{\circ}\text{C}) - T_1(^{\circ}\text{C}) = \Delta T(^{\circ}\text{C})$.

$R_{th(x-y)}$, $R_{th(X-Y)}$ = résistance thermique;
 $Z_{th(x-y)}$, $Z_{th(X-Y)}$ = impédance thermique transitoire;
 $Z_{thp(x-y)}$, $Z_{thp(X-Y)}$ = impédance thermique transitoire en régime d'impulsions.

NOTE Dans les symboles littéraux indiqués ci-dessus, les lettres x, y ou X, Y indiquent les indices qui désignent les points ou régions entre lesquels s'étendent la résistance ou l'impédance thermique. Il convient d'extraire ces indices de la liste donnée en 4.5.4.

4.5.4 Indices pour les propriétés thermiques

j, J = jonction (canal) (note 1)
 vj, VJ = virtuel de jonction (de canal) équivalent interne (notes 1 et 2)
 c, C = boîtier (note 3)
 ch = canal (note 1)
 r, R = point de référence (note 3)
 a, A = ambiant (note 3)
 s, S = radiateur
 f, F = fluide de refroidissement autre que l'air
 sb = substrat
 stg = stockage
 sld = soudage
 op = fonctionnement (note 4)
 th, θ = thermique

NOTE 1 Les indices j (ou J) et vj (ou VJ) peuvent être utilisés à la place de ch pour indiquer « canal ».

NOTE 2 Dans les catalogues, les spécifications se réfèrent toujours à la température virtuelle de jonction (ou de canal). On peut par conséquent omettre la lettre v dans l'indice.

NOTE 3 L'utilisation des indices plus longs « case », « ref » et « amb » est déconseillée. Si ces indices sont utilisés pour des résistances ou impédances thermiques, ils doivent être séparés par un trait d'union et mis entre parenthèses comme dans l'exemple suivant: $R_{th(j-amb)}$.

NOTE 4 Dans les symboles littéraux relatifs aux températures de fonctionnement, par exemple T_{aop} pour « température ambiante de fonctionnement », l'indice « op » est habituellement omis dans les catalogues si aucune ambiguïté ne peut en résulter.

4.5.5 Autres propriétés diverses

Les symboles littéraux suivants sont recommandés:

K_t = facteur de réduction avec la température;

$\overline{F}$ ou F_{AV} = facteur de bruit moyen;

F = facteur de bruit « unité »;

N = rapport de température de bruit r ;

T_n = température de bruit;

T_0/T_{no} = température de bruit de référence.

4.6 Présentation des valeurs limites

4.6.1 Généralités

Les valeurs limites d'une gamme de valeurs peuvent être présentées selon l'une des deux conventions. Sauf spécification contraire, la convention de valeur absolue est utilisée pour les semiconducteurs discrets. L'utilisation de la convention des valeurs algébriques pour les circuits intégrés est décrite en détails dans la CEI 60748.

4.6.2 Convention de valeur absolue

Les symboles littéraux suivants sont ajoutés à la suite du symbole littéral ou de la valeur:

max = la valeur limite maximale d'une gamme, quelle que soit la polarité;

min = la valeur limite minimale d'une gamme, quelle que soit la polarité.

Lorsqu'une gamme de valeurs comprend des valeurs positives et négatives, les deux limites sont maximales avec une limite minimale implicite nulle. Exceptionnellement, dans ces normes, où la polarité n'est pas connue, « min » peut être utilisé pour indiquer « la valeur limite la plus négative »; mais, dans ce cas, le symbole littéral ne doit pas être négatif.

NOTE Pour éviter des ambiguïtés, lorsqu'une gamme de valeurs comprend des valeurs positives et négatives, il convient d'indiquer la négation dans le symbole littéral (voir exemples dans le Tableau 1).

4.6.3 Convention de valeur algébrique

Les indices suivants sont ajoutés au symbole littéral:

A = la valeur la plus positive;

B = la valeur la plus négative.

NOTE 1 L'utilisation de « max » et « min » dans la convention de valeur algébrique est déconseillée car leur sens, lorsqu'ils sont associés à des valeurs négatives, contredit le sens de la convention de valeur absolue.

NOTE 2 Afin d'éviter des ambiguïtés, il convient d'indiquer, de préférence, la négation dans la valeur, le cas échéant (voir exemple 3 dans le Tableau 1).

Tableau 1 – Représentation graphique des valeurs limites dans les deux conventions

Exemple	Gamme	Convention de valeur absolue			Convention de valeur algébrique		
		Symbole	max	min	Symbole	A	B
1	----- ////////// -----> 0 2 6 X	X	6	2	X	6	2
2	----- ////////// -----> -2 0 4 X	X -X	4 2	note 1	X	4	-2
3	----- ////////// -----> -6 -2 0 X	X -X	-6 6	-2 2	X -X	-2 6	-6 2
4	----- ////////// -----> (position de "0" inconnue) a b X	X Note 2	b	a	X Note 2	b	a

NOTE 1 Dans l'exemple 2, le minimum implicite est zéro ; cela n'est habituellement pas indiqué.

NOTE 2 La CEI 60747 et la CEI 60748 utilisent le format utilisé dans l'exemple 4 lorsque ni les polarités ni les valeurs ne sont connues. Une fois qu'elles sont connues (par exemple dans un catalogue), il convient d'utiliser le format approprié comme dans les exemples 1 à 3.

5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles

5.1 Généralités

Les valeurs limites et caractéristiques spécifiées dans la CEI 60747 et dans la CEI 60748 sont les valeurs minimales qu'il convient que le fabricant rappelle dans la description générale de son produit. Il convient de présenter les données publiées conformément à 5.3.

Cependant, certains produits fonctionnent correctement dans des circuits spécifiques sans la spécification de toutes ces valeurs et caractéristiques. Il est admis que les données relatives à ces produits n'incluent pas toutes les exigences du présent article.

5.2 Relation entre les conditions d'utilisation, les valeurs limites et les caractéristiques

5.2.1 Généralités

Les valeurs limites des semiconducteurs sont les conditions limites d'utilisation auxquelles tous les dispositifs conformes résisteront mais au-delà desquelles le dispositif peut subir un dommage.

Les conditions d'utilisation sont les conditions dans lesquelles les caractéristiques spécifiées s'appliquent mais au-delà desquelles les caractéristiques peuvent dépasser les limites spécifiées.

Les conditions de mesure sont les conditions dans lesquelles une caractéristique est mesurée au moment de l'essai.

NOTE 1 Les conditions limites peuvent être soit maximales, soit minimales, et elles sont respectivement connues sous le nom de « valeurs limites maximales » et « valeurs limites minimales ».

NOTE 2 La CEI 60134 explique les systèmes de valeurs limites généralement employés et, en particulier, ce qui concerne le partage des responsabilités entre le fabricant de dispositifs à semiconducteurs et les utilisateurs.

NOTE 3 De nombreuses valeurs limites et caractéristiques peuvent être interchangées mais jamais dans les mêmes conditions dans le même catalogue. Par exemple, le point limite sur la courbe caractéristique inverse d'une diode peut être défini soit comme I_{Rmax} (caractéristique) à V_{Rmax} (valeur limite), soit comme V_{BRmin} (caractéristique) à I_{Rmax} (valeur limite), mais pas les deux.

Toutefois, $I_{R\max}$ (caractéristique) à $V_{R\max}$ (valeur limite) et $V_{BR\min}$ (caractéristique) à $I_{RM\max}$ (valeur limite) est permis dans la mesure où I_{RM} est limité dans le temps alors que V_R est continu.

D'autres points inférieurs à la limite sur la même courbe peuvent être indiqués indépendamment, par exemple $I_{R2\max}$ (caractéristique) à V_R spécifié (condition d'utilisation).

5.2.2 Utilisation dans des conditions non spécifiées

Il convient que les utilisateurs consultent le fabricant du dispositif avant d'appliquer à un dispositif toute condition qui n'est pas traitée dans les données du fabricant, par exemple l'application de solvants ou d'ultrasons pendant le montage de l'équipement.

5.2.3 Dispersion et conformité de la production

Aucune tolérance n'est appliquée aux valeurs limites et caractéristiques dans les données publiées. Cependant, dans les transactions commerciales impliquant des lots de transactions, la proportion de dispositifs acceptable susceptibles de ne pas satisfaire aux critères ci-dessus et aux méthodes de vérification font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. De semblables méthodes peuvent permettre d'inclure un pourcentage de dispositifs non conformes dans les lots fournis.

Pour les dispositifs à semiconducteurs commercialisés dans le cadre de l'IECQ, ces méthodes et valeurs sont prescrites dans les parties correspondantes de la CEI 60747 et de la CEI 60748.

5.3 Feuille cadre pour la présentation des données publiées

Il convient que les données publiées contiennent des informations sur les éléments de la liste ci-dessous. Les exigences auxquelles les dispositifs fournis dans le système IECQ doivent satisfaire sont entièrement stipulées dans les parties de la CEI 60747 et de la CEI 60748 relatives au système IECQ.

- a) Le numéro de type du fabricant.
- b) La catégorie du dispositif suivant la partie correspondante de ces publications (CEI 60747 ou CEI 60748), le matériau semiconducteur (par exemple: silicium) et, s'il y a lieu, la polarité (par exemple, PNP ou NPN).
- c) Des renseignements sur les encombrements, l'identification des sorties et les connexions, le matériau du boîtier (verre, céramique, métal, plastique etc.) et l'état de finition des sorties.
- d) Les valeurs limites électriques et thermiques. Le cas échéant, la position des points de référence pour les mesures de la température et du courant-élevé-basse-tension doit être indiquée.
- e) Les caractéristiques électriques et thermiques et les renseignements qui s'y rapportent.
- f) Les données mécaniques.
- g) Les données relatives à l'environnement et les données de fiabilité.
- h) Les courbes, par exemple, représentation graphique des caractéristiques.

5.4 Identification de type

Lorsque le numéro de type du fabricant n'est pas clairement indiqué sur le dispositif, il convient d'indiquer la méthode de l'identification du type, par exemple, un code de couleurs à l'aide d'une bande de largeur double pour le premier chiffre.

5.5 Identification des bornes et de la polarité

5.5.1 Généralités

Il convient de pouvoir identifier la fonction de chaque borne soit grâce au dessin d'encombrement, soit à l'aide du marquage des bornes.

Il convient d'indiquer toute connexion électrique entre une électrode et le boîtier.

S'il existe, pour les diodes dans des boîtiers très petits, une possibilité de confusion entre le marquage en couleur de l'extrémité du côté cathode et le marquage du type, ce dernier peut être omis.

5.5.2 Exemples de marquage des bornes

a) Code de couleurs

Anode	Cathode	Gâchette	Collecteur	Emetteur	Base
Bleu ou noir	Rouge (ou blanc pour les diodes)	Jaune ou blanc	Rouge	Bleu	Jaune

b) Le symbole graphique des diodes de redressement est dirigé vers la borne de cathode.

c) Les bandes colorées du numéro de type sont placées plus près de la borne de cathode.

5.6 Valeurs limites et caractéristiques électriques

Il convient d'indiquer toutes les valeurs limites et caractéristiques électriques en se référant aux connexions disponibles extérieurement.

5.7 Conditions de refroidissement

5.7.1 Généralités

Les dispositifs à semiconducteurs sont spécifiés soit comme dispositifs à température ambiante spécifiée (mode A), soit comme dispositifs à température de boîtier spécifiée (mode C), soit à la fois comme dispositifs à température ambiante et à température de boîtier spécifiées. Exceptionnellement, ils peuvent être spécifiés comme des dispositifs à refroidissement forcé spécifié (mode F) qui, en dehors des conditions de refroidissement, sont classés, dans les CEI 60747 et CEI 60748, comme dispositifs à température ambiante spécifiée ou comme dispositifs à radiateur spécifié, eux-mêmes classés dans ces publications comme dispositifs à température de boîtier.

NOTE Lorsque la température virtuelle de jonction est indiquée comme une valeur assignée, cette dernière sert uniquement à des fins de calcul étant donné qu'elle n'est que partiellement sous le contrôle de l'utilisateur. (En cas de dissipation de puissance, la température de jonction dépend des caractéristiques de capacité thermique et de résistivité du dispositif.)

5.7.2 Conditions de température ambiante

Lorsque les dispositifs sont spécifiés comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, cela signifie que les caractéristiques du dispositif s'appliquent dans des conditions de refroidissement par air libre (air dans des conditions de convection naturelle), (sauf indications contraires, voir 5.7.4).

5.7.3 Conditions de température du boîtier

Lorsque les dispositifs sont spécifiés comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée, cela signifie que les caractéristiques du dispositif s'appliquent dans des conditions de refroidissement par conduction à travers une zone définie du boîtier.

NOTE Lorsque les caractéristiques de résistance thermique et d'impédance sont mentionnées, elles s'appliquent à une approximation du circuit équivalent des caractéristiques thermiques du dispositif qui suppose que la totalité de la chaleur passe par un point de référence spécifié dans la zone ci-dessus.

Il convient de fournir des informations sur le moyen d'obtenir un bon contact thermique entre le dispositif et un dissipateur de chaleur, y compris le cas échéant, la méthode de connexion, la préparation des surfaces de contact, afin d'améliorer le contact thermique et électrique et des recommandations sur les rondelles ou composants avec une conduction thermique appropriée.

5.7.4 Conditions de température à refroidissement forcé

Lorsque les dispositifs sont spécifiés comme des dispositifs à refroidissement forcé, cela signifie que les caractéristiques du dispositif s'appliquent dans les conditions de refroidissement forcé par liquide.

Il convient de fournir des informations concernant le type de liquide (air, fréon, eau, huile, etc.), la position et l'orientation du dispositif par rapport à l'écoulement du liquide ainsi que des informations relatives à la vitesse et à la pression du liquide à l'admission.

5.7.5 Conditions de température du radiateur

Lorsque les dispositifs sont spécifiés comme des dispositifs à radiateur spécifié, cela signifie que les caractéristiques du dispositif s'appliquent lorsque le dispositif est monté sur un radiateur externe conformément aux conditions de montage spécifiées par le fabricant. La température du boîtier est celle d'un point spécifié thermiquement proche de la surface du boîtier du dispositif soit sur la surface, soit dans le radiateur externe.

NOTE Les caractéristiques thermiques de l'interface entre le dispositif et le radiateur externe sont incluses dans les caractéristiques thermiques du dispositif spécifiées des dispositifs à radiateur spécifié.

5.7.6 Dispositifs de mode mixte

Certains dispositifs à température ambiante spécifiée peuvent ultérieurement être munis d'une agrafe de fixation ou d'une ailette. Comme la majeure partie de la chaleur dissipée par le dispositif est ainsi évacuée par conduction vers cette agrafe ou cette ailette, il convient alors de traiter le dispositif comme un dispositif à température de boîtier spécifiée.

5.8 Températures recommandées

Il est recommandé que les valeurs limites et caractéristiques soient fixées à 25 °C et à (au moins) une autre température.

5.9 Tensions et courants recommandés

Lorsque les caractéristiques électriques sont exigées à des tensions ou courants de référence, les valeurs de la série R10 extraites de l'ISO 3 sont recommandées. Les valeurs indiquées par ordre de préférence sont les suivantes:

1 ^{er} choix:	1,0			2,0				5,0			10,0
2 ^{ème} choix:	1,0		1,6		2,5		4,0		6,3		10,0
3 ^{ème} choix:	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0

Ces nombres peuvent être multipliés par 10^n , où n est un nombre entier qui peut être positif ou négatif.

Lorsque les caractéristiques électriques sont exigées à des tensions de référence égales ou supérieures à 200 V, les valeurs peuvent être arrondies.

5.10 Valeurs limites mécaniques

5.10.1 Généralités

Dans les paragraphes ci-dessous relatifs aux valeurs limites mécaniques, il convient que la méthode privilégiée pour indiquer les informations requises soit en accord avec la section correspondante de la CEI 60068.

5.10.2 Contraintes de montage

S'il y a lieu, il convient d'indiquer toutes les conditions importantes et/ou toutes les restrictions, par exemple:

- a) la position de montage horizontale ou verticale;
- b) la distance minimale du corps à laquelle un conducteur souple peut être plié à angle droit;
- c) pour les dispositifs à embout, le couple maximal et, s'il y a lieu, le couple minimal qui peut être appliqué dans des conditions spécifiées;
- d) pour les dispositifs à boîtiers pression, la force maximale de pression qui peut être appliquée et, s'il y a lieu, la force minimale de pression qui doit être appliquée dans des conditions spécifiées;
- e) pour les dispositifs à radiateur spécifié, les exigences de montage, le matériel d'interface et la planéité du radiateur externe sur la zone de contact.

5.10.3 Valeurs limites pour les sorties

a) Valeurs limites des efforts

Il convient d'indiquer toutes les restrictions relatives aux efforts qui peuvent être appliqués.

b) Valeurs limites de température

Il convient d'indiquer la température maximale des sorties à une distance spécifiée du corps pendant une durée spécifiée, ainsi que toute autre condition limite, et ceci suivant la ou les méthodes prévues pour la connexion (par exemple: soudure, soudure électrique, etc.).

Quand ces valeurs limites dépendent d'une manière significative de la température initiale du dispositif, il convient de donner toute information nécessaire sur la réduction des performances.

5.10.4 Valeurs limites supplémentaires

S'il y a lieu, des informations supplémentaires peuvent être données pour certaines applications, par exemple: des valeurs limites pour l'accélération, les chocs et les vibrations, les conditions d'environnement, etc.

5.11 Caractéristiques mécaniques

5.11.1 Dimensions

Soit: référence à un dessin d'encombrement ou de boîtier et d'embase, normalisés CEI, s'il y a lieu (voir la CEI 60191-2);

soit: dessin d'encombrement (ou dessin de boîtier et d'embase s'il y a lieu) montrant les dimensions avec les tolérances appropriée.

Il convient d'indiquer le type de sortie (par exemple, fil, ruban, embout, etc.).

Il convient d'indiquer la fonction de chaque borne et le cas échéant, de l'embase (par exemple, anode, gâchette, collecteur).

5.11.2 Caractéristiques supplémentaires

S'il y a lieu, pour certaines applications, des informations supplémentaires peuvent être nécessaires, par exemple: le poids du dispositif.

5.12 Dispositifs multiples ayant une encapsulation commune

5.12.1 Généralités

Ce qui suit s'applique aux dispositifs multiples ayant une encapsulation commune, dans lesquels les dispositifs individuels peuvent être mesurés et utilisés séparément.

Il convient que les dispositifs individuels soient identifiés et que toutes les bornes communes soient indiquées.

5.12.2 Valeurs limites électriques

- Les valeurs limites pour chaque dispositif individuel conformément à la CEI 60747-2, à la CEI 60747-3, etc.
- La tension maximale d'isolation entre les dispositifs individuels.
- La dissipation de puissance totale maximale pour chaque dispositif individuel et la dissipation de puissance totale maximale du dispositif multiple, dans les mêmes conditions de température de boîtier ou de température ambiante que pour chaque dispositif individuel.

5.12.3 Caractéristiques électriques

- Les caractéristiques relatives à chaque dispositif individuel conformément à la partie concernée de la CEI 60747-2, de la CEI 60747-3, etc.

NOTE Lorsque ces valeurs dépendent de la température, il convient qu'il n'y ait aucune dissipation significative dans les dispositifs internes qui ne soit pas mesurée sauf spécification contraire.

- S'il y a lieu, le courant de fuite maximal entre les dispositifs individuels.
- S'il y a lieu, le sens de la polarisation pour l'isolement.
- La nature et la grandeur de tous les effets d'intercouplage électrique (par exemple, capacité) dans les conditions de fonctionnement prévues.
- Lorsque des dispositifs multiples devant avoir des caractéristiques appariées sont fournis, le degré d'appariement des caractéristiques spécifiées et les conditions d'utilisation qui s'appliquent.

NOTE Il convient d'indiquer le degré d'appariement à 25 °C et à une température plus élevée.

5.12.4 Caractéristiques thermiques

- a) S'il y a lieu, dans les mêmes conditions que celles mentionnées pour les dispositifs considérés séparément, il convient d'indiquer la résistance thermique maximale de la partie du chemin d'écoulement de la chaleur vers le boîtier ou vers le milieu ambiant, qui est commune à tous les dispositifs.

Cette résistance représente la résistance thermique de couplage entre les dispositifs.

- b) S'il y a lieu, il convient d'indiquer la résistance thermique maximale entre chaque dispositif individuel et l'extrémité chaude du chemin commun d'écoulement de la chaleur.

Cette résistance représente la partie découplée de la résistance thermique de chaque dispositif.

6 Méthodes de mesure

6.1 Généralités

Les méthodes de mesure décrites dans les CEI 60747 et 60748 indiquent les principes utilisés mais pas les techniques détaillées pour leur application pratique. Ces méthodes sont considérées comme donnant les résultats les plus précis et, en tant que telles, elles sont parfois désignées méthodes de référence.

Dès que possible, pour chaque caractéristique, il convient de n'utiliser qu'une seule méthode de base. Lorsque plusieurs méthodes de mesure sont décrites, il est entendu que chacune de ces méthodes peut convenir, bien que l'une de ces méthodes puisse davantage convenir qu'une autre dans une gamme de conditions spécifiées.

6.2 Autres méthodes de mesure

Toute variation ou autre méthode de mesure peut être utilisée à condition que la précision de mesure soit prise en compte. Par exemple, la mesure des caractéristiques dépendant de la température avant stabilisation de la température doit comprendre une tolérance pour toute variation caractéristique prévue de température.

Une caractéristique spécifiée dans des conditions de régime permanent peut être mesurée uniquement avant l'atteinte de l'équilibre thermique ou par une méthode par impulsions à condition de prendre en compte toute variation de la valeur mesurée survenue si des conditions de régime permanent avaient été utilisées.

NOTE Si une méthode par impulsions est choisie, il est impératif de s'assurer qu'aucun phénomène transitoire électrique ou thermique ne puisse affecter la précision de la mesure.

6.3 Précision des mesures

Les tolérances de précision de mesure doivent être prises en compte dans les valeurs mesurées réelles des caractéristiques. Les mesures prises par le fournisseur ou pour le compte de ce dernier doivent être comprises dans les valeurs limites publiées en prenant en compte au minimum cette tolérance; les mesures prises par l'acheteur ou pour le compte de ce dernier doivent être en dehors des valeurs publiées en prenant en compte au minimum cette tolérance.

Les valeurs réelles appliquées au dispositif pour vérifier les valeurs limites par ou pour le compte du fournisseur doivent être suffisamment en dehors des valeurs publiées afin de tenir compte de la précision de la méthode de vérification. Les valeurs appliquées par ou pour le compte de l'acheteur doivent être comprises suffisamment dans les valeurs publiées pour des raisons similaires.

La précision de mesure doit prendre en compte à la fois les conditions électriques et les conditions d'environnement.

Si possible, les méthodes donnant un résultat direct sont préférables, étant donné que les résultats calculés sont basés sur des circuits équivalents qui peuvent ne pas être applicables à toutes les conditions.

NOTE 1 Il convient que les conditions de mesure spécifiées correspondent à celles données dans les articles relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques essentielles.

NOTE 2 Le fabricant peut choisir, à sa discrétion, d'ajouter des tolérances supplémentaires. (Afin de tenir compte, par exemple, de la dérive des caractéristiques pendant la durée de vie du dispositif.)

6.4 Protection des dispositifs et de l'appareillage de mesure

6.4.1 Généralités

Les précautions décrites dans cet article s'appliquent généralement à tous les dispositifs discrets et circuits intégrés. Des précautions particulières pour des catégories particulières de dispositifs sont indiquées avec les méthodes de mesure dans la partie correspondante de ces publications pour la catégorie.

NOTE Il convient de manipuler les dispositifs sensibles aux charges électrostatiques comme décrit dans la CEI 61340.

6.4.2 Valeurs limites

Il convient que les conditions d'essai relatives à toutes les mesures de caractéristiques soient telles que les valeurs limites (valeurs limites maximales) du dispositif ne soient pas dépassées. Les circuits peuvent, par exemple, comprendre des diodes écrêteuses ou des résistances pour limiter les valeurs instantanées de courant et de tension.

Il est recommandé de ne pas insérer ou enlever les dispositifs d'un circuit quand il est sous tension.

6.4.3 Appareils de mesure et alimentations

Il est souhaitable de protéger les appareils de mesure et les alimentations contre les surcharges provenant de dispositifs à semiconducteurs détériorés ou de montages incorrects.

6.5 Conditions thermiques des méthodes de mesure

6.5.1 Généralités

Il convient de respecter les recommandations suivantes pour le contrôle des conditions thermiques lorsqu'un tel contrôle est requis. Ce degré de contrôle sera généralement nécessaire uniquement si la caractéristique mesurée dépend significativement de la température.

L'équilibre thermique peut être considéré comme étant acquis si le fait de doubler le temps entre l'application de la puissance et la mesure ne produit pas de changement du résultat obtenu dans les limites de l'erreur prévue.

6.5.2 Dispositifs à température ambiante spécifiée

A des fins de mesure, les conditions de refroidissement par air libre s'appliquent lorsque la température ambiante est mesurée au-dessous d'un dispositif à semiconducteurs lorsqu'il est maintenu par des fils de sortie dans une enceinte de température sensiblement uniforme.

La température ambiante T_a doit être mesurée sous le boîtier à une distance de celui-ci égale à environ cinq fois son diamètre, cette distance ne devant pas être inférieure à 10 mm.

Il convient que les points de fixation du dispositif ne se trouvent pas à une distance inférieure à 10 mm ($\frac{3}{8}$ in) du corps du dispositif, exception faite du cas des dispositifs à fils de sortie très courts, pour lesquels l'emplacement des points de fixation doit être spécifié. Les supports doivent être à une température qui ne soit pas inférieure à celle de la température ambiante.

Il convient d'effectuer les mesures dans une chambre de dimensions appropriées comportant des parois non réfléchissantes et construite de façon qu'aucune région dans laquelle les dispositifs peuvent être placés ne soit chauffée par rayonnement direct et de telle sorte que la convection de l'air libre ne soit pas sensiblement perturbée.

Il convient que la chambre puisse maintenir, dans toutes les régions dans lesquelles les dispositifs peuvent être placés, une température avec une tolérance de ± 2 °C ou inférieure à cette valeur si cela est requis, par rapport à une température spécifiée.

Il est permis d'effectuer un léger brassage de l'air contenu dans la chambre, sous réserve qu'on ne refroidisse pas les dispositifs, et pourvu que les mêmes résultats puissent être obtenus dans une chambre plus grande n'utilisant que la convention normale.

NOTE La reproductibilité des mesures pour les dispositifs à température ambiante spécifiée est étroitement liée à la structure de la chambre.

6.5.3 Dispositifs à température de boîtier spécifiée

A des fins de mesure, les conditions de refroidissement par conduction s'appliquent lorsque la température du boîtier est mesurée en un point spécifié sur, ou proche d'un point de vue thermique, de la surface externe du dispositif et lorsque la chaleur est conduite de façon uniforme sur la totalité de la zone de refroidissement définie du dispositif.

Les mesures doivent être effectuées dans des conditions telles que la résistance thermique boîtier-ambiance soit aussi faible que possible par rapport à la résistance thermique jonction-boîtier.

NOTE Cette condition peut être réalisée, par exemple en montant le dispositif dans une grosse masse de métal contrôlée thermostatiquement, ou en le montant dans un bain d'huile contrôlé thermostatiquement.

6.5.4 Dispositifs à refroidissement forcé

A des fins de mesure, le refroidissement forcé s'applique lorsque la température est mesurée en un point spécifié sur l'avant du dispositif dans le cours de l'écoulement.

Les mesures doivent être effectuées en observant strictement les conditions spécifiées dans les catalogues.

6.6 Précision des circuits de mesure

6.6.1 Alimentations

Il convient que le taux d'ondulation des alimentations n'ait pas d'effet sur la précision désirée pour la mesure.

6.6.2 Source de courant constant

Il convient de considérer une source de courant comme constante si le fait de doubler l'impédance de la charge ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

6.6.3 Source de tension constante

Il convient de considérer une source de tension comme constante si le fait de diviser par deux l'impédance de la charge ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

6.6.4 Conditions du circuit

Pour la mesure de courants faibles, il convient de prendre des précautions appropriées pour vérifier que les courants parasites ou les courants de fuite externes sont faibles vis-à-vis du courant à mesurer.

Il convient de s'assurer que les valeurs des inductances et des capacités parasites sont sans effet sur le résultat de la mesure dans les limites de la précision désirée, ou autrement il sera tenu compte des effets de ces inductances et de ces capacités parasites dans le résultat.

Il convient que les capacités de couplage ou de découplage présentent des courts-circuits effectifs à la fréquence de mesure. Lorsqu'il est important de découpler en r.f., il convient que les composants nécessaires et/ou les conditions de montage du dispositif soient ceux spécifiés.

Il convient de veiller à réduire au maximum les oscillations transitoires ou les distorsions qui pourraient altérer la précision de la mesure.

6.6.5 Circuit ouvert

Il convient de considérer un circuit comme en circuit ouvert si le fait de diviser par deux son impédance ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

6.6.6 Court-circuit

Il convient de considérer un circuit comme en court-circuit si le fait de doubler son impédance ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

6.6.7 Conditions d'éclairage

Lorsqu'une caractéristique dépend de la lumière, il convient de tenir compte de l'effet des conditions d'éclairage.

6.6.8 Appareils de mesure

Pour tout dispositif fournissant des courants élevés, il convient d'utiliser de manière séparée les contacts servant au passage du courant et ceux servant à la mesure de la tension. Si cela n'est pas possible, on peut avoir à corriger les valeurs des tensions mesurées entre les bornes.

De plus, pour les dispositifs à courant fort, il convient que l'inductance résiduelle soit aussi faible que possible.

Les formes d'onde à l'entrée et à la sortie des circuits redresseurs ou convertisseurs peuvent ne plus avoir une forme sinusoïdale. Les facteurs de transformation sinusoïdaux conventionnels ne sont pas applicables pour des formes d'onde déformées, par exemple pour passer d'une valeur moyenne à une valeur efficace ou de crête.

En conséquence, il convient de tenir compte du procédé de mesure. Il faut tenir compte de la chute de tension dans les circuits de mesure du courant ainsi que du courant consommé dans les circuits de mesure de la tension, s'ils sont appréciables.

6.6.9 Petits signaux

Il convient de considérer un signal comme petit si le fait de doubler son amplitude ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

6.6.10 Mesure en impulsions

Pour les mesures utilisant une méthode en impulsions, lorsque le facteur d'utilisation, la durée de l'impulsion et la vitesse de répétition ne sont pas spécifiées, il convient de choisir ceux-ci de telle façon que la variation de la valeur mesurée ne dépasse pas l'erreur de mesure permise lorsque chacun des éléments suivants est appliqué indépendamment:

- a) le facteur d'utilisation initial est doublé;
- b) la durée de l'impulsion est doublée;
- c) la vitesse de répétition est diminuée de moitié.

7 Réception et fiabilité des dispositifs discrets

7.1 Généralités

Les essais de réception et fiabilité peuvent être utilisés s'il y a lieu pour renforcer mais pas pour remplacer le contrôle du procédé de fabrication approprié. L'ISO 9000 spécifie des exigences minimales de qualité.

Pour les dispositifs fournis dans le système IECQ, ces essais sont prescrits dans les parties correspondantes de ces publications.

NOTE 1 Les essais d'endurance mentionnés en 7.2 et de nombreuses méthodes d'essais mécaniques et climatiques incluses dans la CEI 60749 sont adaptés aux fins de la réception et de la fiabilité.

NOTE 2 Pour la présentation des informations relatives à la fiabilité des essais sur les dispositifs à semiconducteurs, voir la CEI 60319.

7.2 Essais d'endurance électriques

7.2.1 Généralités

Les essais d'endurance appropriés, les caractéristiques définissant la défaillance et les critères de défaillance sont spécifiés dans la partie correspondante de ces publications pour chaque catégorie de dispositifs. Le présent article contient les exigences générales applicables à toutes les catégories de dispositifs.

Lorsqu'ils sont appliqués pendant plus de 200 h, les essais sont considérés comme destructifs.

NOTE Il convient de ne pas confondre ces essais avec des essais de « rodage » qui sont parfois réalisés dans le cadre du procédé de fabrication du dispositif.

7.2.2 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 être spécifiés.