



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices –  
Part 3: Discrete devices: Signal, switching and regulator diodes**

**Dispositifs à semiconducteurs –  
Partie 3: Dispositifs discrets: Diodes de signal, diodes de commutation et diodes  
régulatrices**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX



ICS 31.080.10

ISBN 978-2-8322-0897-7

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms, definitions and graphical symbols .....	6
3.1 Signal and switching diodes .....	6
3.2 Voltage reference diodes and voltage regulator diodes.....	7
3.3 Current-regulator diodes.....	8
4 Letter symbols.....	9
4.1 General.....	9
4.2 Signal and switching diodes .....	9
4.2.1 Subscripts .....	9
4.2.2 List of letter symbols.....	9
4.3 Voltage reference diodes and voltage regulator diodes.....	10
4.3.1 Subscripts .....	10
4.3.2 List of letter symbols.....	10
4.4 Current-regulator diodes.....	10
4.4.1 Subscripts .....	10
4.4.2 List of letter symbols.....	11
5 Essential ratings and characteristics.....	11
5.1 General.....	11
5.2 Signal and switching diodes .....	11
5.2.1 Ratings (limiting values) .....	11
5.2.2 Characteristics .....	11
5.3 Voltage reference diodes and voltage regulator diodes.....	14
5.3.1 Ratings (limiting values) .....	14
5.3.2 Characteristics .....	14
5.4 Current-regulator diodes.....	16
5.4.1 Ratings (limiting values) .....	16
5.4.2 Characteristics .....	16
6 Measuring methods .....	17
6.1 General.....	17
6.2 Signal and switching diodes .....	17
6.2.1 Reverse current $I_R$ .....	17
6.2.2 Forward voltage $V_F$ .....	17
6.2.3 Total capacitance $C_{tot}$ .....	18
6.2.4 Forward recovery time $t_{fr}$ and peak forward recovery voltage $V_{FRM}$ .....	19
6.2.5 Reverse recovery time ( $t_{rr}$ ) and recovered charge ( $Q_r$ ).....	20
6.2.6 Detector voltage efficiency $\eta_V$ .....	21
6.2.7 Detector power efficiency $\eta_p$ .....	22
6.2.8 Noise $V_n$ , $I_n$ .....	23
6.3 Voltage reference diodes and voltage regulator diodes.....	24
6.3.1 Working voltage $V_Z$ .....	24
6.3.2 Differential resistance in the working current range $r_Z$ .....	25
6.3.3 Temperature coefficient of working voltage $\alpha_{VZ}$ .....	25
6.3.4 Reverse current $I_R$ .....	26
6.3.5 Forward voltage $V_F$ .....	26

6.3.6	Junction capacitance $C_{tot}$ .....	26
6.3.7	Noise voltage $V_n$ .....	26
6.4	Current-regulator diodes.....	27
6.4.1	Regulator current $I_S$ .....	27
6.4.2	Temperature coefficient of regulator current $\alpha_{I_S}$ .....	27
6.4.3	Regulator current variation $\Delta I_S$ .....	28
6.4.4	Limiting voltage $V_L$ .....	28
6.4.5	Small-signal regulator conductance $g_S$ .....	29
6.4.6	Knee conductance $g_k$ .....	31
7	Acceptance and reliability.....	31
7.1	Acceptance-defining characteristics .....	31
7.2	Electrical endurance tests .....	33
Figure 1	– Current-regulator diode graphical symbol.....	8
Figure 2	– Current-regulator diode characteristic with symbol identification.....	10
Figure 3	– Reverse recovery current waveform .....	12
Figure 4	– Current and voltage waveforms.....	13
Figure 5	– Circuit diagram for the measurement of $I_R$ .....	17
Figure 6	– Circuit diagram for the measurement of $V_F$ .....	18
Figure 7	– Circuit diagram for the measurement for $C_{tot}$ .....	18
Figure 8	– Circuit diagram for the measurement of $t_{fr}$ and $V_{FRM}$ .....	19
Figure 9	– Circuit diagram for the measurement of $t_{rr}$ .....	20
Figure 10	– Circuit diagram for the measurement of $\eta_V$ .....	21
Figure 11	– Circuit diagram for the measurement of $\eta_p$ .....	22
Figure 12	– Circuit diagram for the measurement of noise current.....	23
Figure 13	– Circuit diagram for the measurement of $V_Z$ .....	24
Figure 14	– Circuit diagram for the measurement of $V_n$ .....	26
Figure 15	– Circuit diagram for the measurement of $I_S$ .....	27
Figure 16	– Circuit diagram for the measurement of $g_S$ (two-voltmeter method) .....	29
Figure 17	– Circuit diagram for the measurement of $g_S$ (two-terminal bridge method) .....	30
Table 1	– Preferred reference diode working voltages – Voltages in the E24 series .....	14
Table 2	– Preferred reference diode working voltages – Voltages in the E12 series .....	15
Table 3	– Acceptance-defining characteristics for acceptance after endurance tests.....	32
Table 4	– Test circuits and conditions for the endurance tests .....	33

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### SEMICONDUCTOR DEVICES –

#### Part 3: Discrete devices: Signal, switching and regulator diodes

#### FOREWORD

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

International Standard IEC 60747-3 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1985, Amendment 1:1991 and Amendment 2:1993. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) All clauses were re-edited to latest IEC publication format and style with all contents from previous publication.
- b) All clauses have been amended by suitable additions and deletions.

This standard is to be read in conjunction with IEC 60747-1:2006 and its Amendment 1 (2010).

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

FDIS	Report on voting
47E/453/FDIS	47E/455/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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

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

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

### Part 3: Discrete devices: Signal, switching and regulator diodes

#### 1 Scope

This part of IEC 60747 gives the requirements for the following devices:

- signal diodes (excluding diodes designed to operate at frequencies above several hundred MHz);
- switching diodes (excluding high power rectifier diodes);
- voltage-regulator diodes;
- voltage-reference diodes;
- current-regulator diodes.

#### 2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*  
(available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60747-1:2006, *Semiconductor devices – Part 1: General*  
Amendment 1:2010

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	38
1 Domaine d'application .....	40
2 Références normatives .....	40
3 Termes, définitions et symboles graphiques .....	40
3.1 Diodes de signal et de commutation .....	40
3.2 Diodes de tension de référence et diodes régulatrices de tension.....	41
3.3 Diodes régulatrices de courant .....	42
4 Symboles littéraux .....	43
4.1 Généralités.....	43
4.2 Diodes de signal et de commutation .....	43
4.2.1 Indices.....	43
4.2.2 Liste de symboles littéraux .....	43
4.3 Diodes de tension de référence et diodes régulatrices de tension.....	44
4.3.1 Indices.....	44
4.3.2 Liste de symboles littéraux .....	44
4.4 Diodes régulatrices de courant .....	44
4.4.1 Indices.....	44
4.4.2 Liste de symboles littéraux .....	45
5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles .....	45
5.1 Généralités.....	45
5.2 Diodes de signal et de commutation .....	45
5.2.1 Valeurs assignées (valeurs limites).....	45
5.2.2 Caractéristiques .....	46
5.3 Diodes de référence de tension et diodes régulatrices de tension.....	48
5.3.1 Valeurs limites .....	48
5.3.2 Caractéristiques .....	48
5.4 Diodes régulatrices de courant .....	50
5.4.1 Valeurs limites .....	50
5.4.2 Caractéristiques .....	50
6 Méthodes de mesure .....	51
6.1 Généralités.....	51
6.2 Diodes de signal et de commutation .....	51
6.2.1 Courant inverse $I_R$ .....	51
6.2.2 Tension directe $V_F$ .....	52
6.2.3 Capacité totale $C_{tot}$ .....	52
6.2.4 Temps de recouvrement direct $t_{fr}$ et tension crête de recouvrement directe $V_{FRM}$ .....	53
6.2.5 Temps de recouvrement inverse ( $t_{rr}$ ) et charge de recouvrement ( $Q_r$ ) .....	54
6.2.6 Rendement de détection en tension $\eta_V$ .....	55
6.2.7 Rendement de détection en puissance $\eta_P$ .....	56
6.2.8 Bruit $V_n$ , $I_n$ .....	57
6.3 Diodes de référence de tension et diodes régulatrices de tension.....	58
6.3.1 Tension de fonctionnement $V_Z$ .....	58
6.3.2 Résistance différentielle dans la gamme des courants de fonctionnement $r_Z$ .....	59
6.3.3 Coefficient de température de la tension de fonctionnement $\alpha_{VZ}$ .....	60

6.3.4	Courant inverse $I_R$ .....	60
6.3.5	Tension directe $V_F$ .....	60
6.3.6	Capacité de jonction $C_{tot}$ .....	60
6.3.7	Tension de bruit $V_n$ .....	61
6.4	Diodes régulatrices de courant .....	61
6.4.1	Courant de régulation $I_S$ .....	61
6.4.2	Coefficient de température du courant de régulation $\alpha_I$ .....	62
6.4.3	Variation du courant de régulation $\Delta I_S$ .....	63
6.4.4	Tension de limitation $V_L$ .....	63
6.4.5	Conductance de régulation en petits signaux $g_S$ .....	64
6.4.6	Conductance au coude $g_k$ .....	66
7	Réception et fiabilité .....	66
7.1	Caractéristiques définissant la réception .....	66
7.2	Essais d'endurance électrique .....	68
Figure 1 – Symbole graphique pour les diodes régulatrices de courant .....		42
Figure 2 – Caractéristique d'une diode régulatrice de courant avec indication des symboles .....		44
Figure 3 – Forme d'onde du courant de recouvrement inverse .....		46
Figure 4 – Formes d'ondes du courant et de la tension .....		47
Figure 5 – Schéma de circuit pour la mesure de $I_R$ .....		51
Figure 6 – Schéma de circuit pour la mesure de $V_F$ .....		52
Figure 7 – Schéma de circuit pour la mesure de $C_{tot}$ .....		53
Figure 8 – Schéma de circuit pour la mesure de $t_{fr}$ et de $V_{FRM}$ .....		53
Figure 9 – Schéma de circuit pour la mesure de $t_{rr}$ .....		54
Figure 10 – Schéma de circuit pour la mesure de $\eta_V$ .....		56
Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de $\eta_p$ .....		57
Figure 12 – Schéma de circuit pour la mesure du courant de bruit .....		58
Figure 13 – Schéma de circuit pour la mesure de $V_Z$ .....		59
Figure 14 – Schéma de circuit pour la mesure de $V_n$ .....		61
Figure 15 – Schéma de circuit pour la mesure de $I_S$ .....		62
Figure 16 – Schéma de circuit pour la mesure de $g_S$ (méthode des deux voltmètres).....		64
Figure 17 – Schéma de circuit pour la mesure de $g_S$ (méthode du point dipôle) .....		65
Tableau 1 – Tensions de fonctionnement préférentielles pour diodes de référence – Tensions dans la série E24 .....		49
Tableau 2 – Tensions de fonctionnement préférentielles pour diodes de référence – Tensions dans la série E12 .....		49
Tableau 3 – Caractéristiques définissant la réception après les essais d'endurance .....		67
Tableau 4 – Circuits et conditions d'essai pour les essais d'endurance .....		68



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

#### **Partie 3: Dispositifs discrets: Diodes de signal, diodes de commutation et diodes régulatrices**

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60747-3 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47: Dispositifs à semiconducteurs de la CEI.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1985, l'Amendement 1:1991 et l'Amendement 2:1993. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Tous les articles ont été réédités dans le style et au format les plus récents des publications CEI avec tout le contenu issu de la précédente publication.
- b) Tous les articles ont été amendés par des ajouts et des suppressions appropriés.

La présente norme doit être lue conjointement à la CEI 60747-1:2006 et son Amendement 1 (2010).

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47E/453/FDIS	47E/455/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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

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

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

### Partie 3: Dispositifs discrets: Diodes de signal, diodes de commutation et diodes régulatrices

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 donne les exigences pour les dispositifs suivants:

- diodes de signal (à l'exclusion des diodes conçues pour fonctionner à des fréquences supérieures à plusieurs centaines de MHz);
- diodes de commutation (à l'exclusion des diodes de redressement à haute puissance);
- diodes régulatrices de tension;
- diodes de tension de référence;
- diodes régulatrices de courant.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Électrotechnique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 60747-1:2006, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 1: Généralités*  
Amendement 1:2010