



IEC 60747-16-3

Edition 1.1 2010-04

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Semiconductor devices –  
Part 16-3: Microwave integrated circuits – Frequency converters**

**Dispositifs à semiconducteurs –  
Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-88910-282-2

## CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| FOREWORD.....   | 4  |
| 1 Scope.....  | 6  |
| 2 Normative references .....  | 6  |
| 3 Terms and definitions .....   | 7  |
| 4 Abbreviated terms .....   | 8  |
| 5 Essential ratings and characteristics.....  | 8  |
| 5.1 General.....  | 8  |
| 5.2 Application description .....   | 9  |
| 5.3 Specification of the function .....   | 10 |
| 5.4 Limiting values (absolute maximum rating system) .....                                    | 12 |
| 5.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range) .....             | 14 |
| 5.6 Electrical characteristics.....   | 14 |
| 5.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data.....                       | 15 |
| 5.8 Additional information.....   | 15 |
| 6 Measuring methods .....   | 16 |
| 6.1 General.....  | 16 |
| 6.2 Conversion gain ( $G_c$ ).....  | 17 |
| 6.3 Conversion gain flatness ( $\Delta G_c$ ).....  | 19 |
| 6.4 LO/IF isolation ( $P_{LO} / P_{LO(IF)}$ ).....  | 21 |
| 6.5 LO/RF isolation ( $P_{LO} / P_{LO(RF)}$ ).....  | 22 |
| 6.6 RF/IF isolation.....  | 24 |
| 6.7 Image rejection ( $P_o / P_{o(im)}$ ).....  | 28 |
| 6.8 Sideband suppression ( $P_o / P_{o(U)}$ ) .....   | 29 |
| 6.9 Output power ( $P_o$ ) .....  | 31 |
| 6.10 Output power at 1-dB conversion compression ( $P_{o(1dB)}$ ).....                        | 32 |
| 6.11 Noise figure ( $F$ ) .....   | 33 |
| 6.12 Intermodulation distortion ( <del><math>P_n / P_1</math></del> ) ( $P_1 / P_n$ ).....    | 35 |
| 6.13 Output power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_{n(IP)}$ ) ..... | 38 |
| 6.14 LO port return loss ( $L_{ret(LO)}$ ).....   | 39 |
| 6.15 RF port return loss ( $L_{ret(RF)}$ ).....   | 40 |
| 6.16 IF port return loss ( $L_{ret(IF)}$ ).....   | 42 |
| Figure 1 – Electrical terminal symbols.....   | 11 |
| Figure 2 – Circuit diagram for the measurement of conversion gain .....                       | 17 |
| Figure 3 – Circuit diagram for the measurement of the LO/IF isolation .....                   | 21 |
| Figure 4 – Circuit diagram for the measurement of the LO/RF isolation.....                    | 23 |
| Figure 5 – Circuit diagram for the measurement of the RF/IF isolation for type A .....        | 24 |
| Figure 6 – Circuit diagram for the measurement of the RF/IF isolation for type B .....        | 26 |
| Figure 7 – Circuit diagram for measurement of noise figure .....                              | 33 |
| Figure 8 – Circuit for the measurement of intermodulation distortion .....                    | 36 |
| Figure 9 – Circuit for the measurement of the LO port return loss .....                       | 39 |
| Figure 10 – Circuit for the measurement of the RF/IF port return loss .....                   | 41 |

Table 1 – Function of terminals..... 11  
Table 2 – Electrical limiting values ..... 13  
Table 3 – Electrical characteristics..... 15

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

**Part 16-3: Microwave integrated circuits –  
Frequency converters**

## 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 60747-16-3 consists of the first edition (2002) [documents 47E/212/FDIS and 47E/219/RVD] and its amendment 1 (2009) [documents 47E/357/CDV and 47E/372/RVC]. It bears the edition number 1.1.**

**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 60747-16-3 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This bilingual version, published in 2010-03, corresponds to the English version.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result 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 16-3: Microwave integrated circuits – Frequency converters

#### 1 Scope

This part of IEC 60747 provides new measuring methods, terminology and letter symbols, as well as essential ratings and characteristics for integrated circuit microwave frequency converters.

#### 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 60050-702:1992, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 702: Oscillations, signals and related devices*~~

~~IEC 60617-12, *Graphical symbols for diagrams – Part 12: Binary logic elements*~~

~~IEC 60617-13, *Graphical symbols for diagrams – Part 13: Analogue elements*~~

~~IEC 60747-1:1983, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 1: General*~~

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

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

IEC 60747-16-1:2001, *Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers*  
Amendment 1 (2007)<sup>1</sup>

IEC 60748-2:1997, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 2: Digital integrated circuits*

IEC 60748-3, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 3: Analogue integrated circuits*

IEC 60748-4, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 4: Interface integrated circuits*

~~IEC 61340-5-1:2007, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*~~

~~IEC/TR 61340-5-2:2007, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide*~~

<sup>1</sup> There exists a consolidated edition 1.1 published in 2007, including the base publication (2001) and its Amendment 1 (2007).

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| AVANT-PROPOS.....  | 46 |
| 1 Domaine d'application .....  | 48 |
| 2 Références normatives.....   | 48 |
| 3 Termes et définitions .....  | 49 |
| 4 Abréviations .....   | 50 |
| 5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles .....   | 51 |
| 5.1 Généralités.....   | 51 |
| 5.2 Description de l'application.....  | 51 |
| 5.3 Spécification de la fonction.....  | 52 |
| 5.4 Valeurs limites (système absolu maximal de caractéristiques assignées) .....                             | 54 |
| 5.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de températures de fonctionnement spécifiée).....            | 56 |
| 5.6 Caractéristiques électriques .....   | 56 |
| 5.7 Valeurs limites, caractéristiques et données mécaniques et environnementales .....                       | 57 |
| 5.8 Informations supplémentaires.....  | 57 |
| 6 Méthodes de mesure .....   | 58 |
| 6.1 Généralités.....   | 58 |
| 6.2 Gain de conversion ( $G_c$ ) .....   | 59 |
| 6.3 Planéité de gain de conversion ( $\Delta G_c$ ) .....  | 61 |
| 6.4 Isolement LO/IF ( $P_{LO} / P_{LO(IF)}$ ) .....  | 64 |
| 6.5 Isolement LO/RF ( $P_{LO} / P_{LO(RF)}$ ).....   | 65 |
| 6.6 Isolement RF/IF.....   | 67 |
| 6.7 Affaiblissement sur la fréquence conjuguée ( $P_o / P_{o(im)}$ ) .....                                   | 71 |
| 6.8 Suppression de bande latérale ( $P_o / P_{o(U)}$ ) .....   | 72 |
| 6.9 Puissance de sortie ( $P_o$ ).....   | 74 |
| 6.10 Puissance de sortie au point de compression de conversion de 1-dB ( $P_{o(1dB)}$ ).....                 | 75 |
| 6.11 Facteur de bruit ( $F$ ) .....  | 76 |
| 6.12 Distorsion d'intermodulation ( <del><math>P_n / P_{1n}</math></del> ) ( $P_1 / P_n$ ) .....             | 78 |
| 6.13 Puissance de sortie au point d'interception (pour les produits d'intermodulation) ( $P_{n(IP)}$ ) ..... | 81 |
| 6.14 Facteur d'adaptation au point d'accès LO ( $L_{ret(LO)}$ ).....   | 82 |
| 6.15 Facteur d'adaptation au point d'accès RF ( $L_{ret(RF)}$ ).....   | 84 |
| 6.16 Facteur d'adaptation au point d'accès IF ( $L_{ret(IF)}$ ) .....  | 86 |
| Figure 1 – Symboles des bornes électriques.....  | 54 |
| Figure 2 – Schéma du circuit de mesure du gain de conversion .....   | 59 |
| Figure 3 – Schéma du circuit de mesure de l'isolement LO/IF .....  | 64 |
| Figure 4 – Schéma du circuit de mesure de l'isolement LO/RF.....   | 66 |
| Figure 5 – Schéma du circuit de mesure de l'isolement RF/IF pour le type A .....                             | 67 |
| Figure 6 – Schéma du circuit de mesure de l'isolement RF/IF pour le type B .....                             | 69 |
| Figure 7 – Schéma du circuit de mesure du facteur de bruit.....  | 76 |
| Figure 8 – Circuit de mesure de la distorsion d'intermodulation.....   | 79 |
| Figure 9 – Circuit de mesure du facteur d'adaptation au point d'accès LO.....                                | 83 |
| Figure 10 – Circuit de mesure du facteur d'adaptation au point d'accès RF/IF.....                            | 84 |

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 – Fonction des bornes .....          | 53 |
| Tableau 2 – Valeurs limites électriques.....   | 55 |
| Tableau 3 – Caractéristiques électriques ..... | 57 |



# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

### Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence

#### 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 60747-16-3 comprend la première édition (2002) [documents 47E/212/FDIS et 47E/219/RVD] et son amendement 1 (2009) [documents 47E/357/CDV et 47E/372/RVC]. Elle porte le numéro d'édition 1.1.**

**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 60747-16-3 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version bilingue, publiée en 2010-03, correspond à la version anglaise.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 spécifie de nouvelles méthodes de mesure, la terminologie et des symboles littéraux, ainsi que des valeurs limites et des caractéristiques essentielles pour les convertisseurs d'hyperfréquences à circuit intégré.

#### 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 60050-702:1992, Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 702: Oscillations, signaux et dispositifs associés*

~~CEI 60617-12, Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires~~

~~CEI 60617-13, Symboles graphiques pour schémas – Partie 13: Opérateurs analogiques~~

~~CEI 60747-1:1983, Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 1: Généralités~~

*CEI 60617, Symboles graphiques pour schémas*

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

*CEI 60747-16-1:2001, Semiconductor devices – Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers (disponible en anglais seulement)  
Amendement 1 (2007)<sup>1</sup>*

*CEI 60748-2:1997, Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 2: Circuits intégrés digitaux*

*CEI 60748-3, Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 3: Circuits intégrés analogiques*

*CEI 60748-4, Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 4: Circuits intégrés d'interface*

*CEI 61340-5-1, 2007, Electrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

*CEI/TR 61340-5-2, 2007, Electrostatique – Partie 5-2: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Guide d'utilisation*

<sup>1</sup> Il existe une édition consolidée 1.1 publiée en 2007, qui inclut la publication de base (2001) et son Amendement 1 (2007).