



IEC 60747-16-1

Edition 1.0 2001-11

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Semiconductor devices –  
Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers**

**Dispositifs à semiconducteurs –  
Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences – Amplificateurs**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX



---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-83220-356-9

**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 Terminology .....	6
4 Essential ratings and characteristics.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Application related description.....	9
4.3 Specification of the function .....	10
4.4 Limiting values (absolute maximum rating system) .....	11
4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range) .....	13
4.6 Electrical characteristics.....	13
4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data.....	15
4.8 Additional information.....	15
5 Measuring methods .....	15
5.1 General.....	15
5.2 Linear (power) gain ( $G_{lin}$ ) .....	16
5.3 Linear (power) gain flatness ( $\Delta G_{lin}$ ) .....	18
5.4 Power gain ( $G_p$ ).....	19
5.5 (Power) gain flatness ( $\Delta G_p$ ).....	19
5.6 (Maximum available) gain reduction ( $\Delta G_{red}$ ) .....	20
5.7 Limiting output power ( $P_{o(ltg)}$ ).....	21
5.8 Output power ( $P_o$ ) .....	22
5.9 Output power at 1 dB gain compression ( $P_{o(1dB)}$ ) .....	23
5.10 Noise figure ( $F$ ) .....	24
5.11 Intermodulation distortion ( $P_n/P_1$ ) (two-tone).....	26
5.12 Power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_{n(IP)}$ ) .....	28
5.13 Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) ( $ s_{11} $ ) .....	29
5.14 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) ( $ s_{22} $ ) .....	30
5.15 Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) ( $ s_{12} $ ) .....	34
5.16 Conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation ( $\alpha_{(AM-PM)}$ ) ....	35
5.17 Group delay time ( $t_{d(grp)}$ ).....	37
5.18 Power added efficiency .....	38
5.19 $n$ th order harmonic distortion ratio ( $P_{nth}/P_1$ ) .....	40
5.20 Output noise power ( $P_N$ ).....	41
5.21 Spurious intensity under specified load VSWR ( $P_{sp}/P_o$ ) .....	43

Figure 1 – Circuit for the measurements of linear gain .....	16
Figure 2 – Basic circuit for the measurement of the noise figure .....	24
Figure 3 – Basic circuit for the measurements of two-tone intermodulation distortion .....	26
Figure 4 – Circuit for the measurements of magnitude of input/output reflection coefficient (input/output return loss) .....	29
Figure 5 – Circuit for the measurement of output reflection coefficient .....	32
Figure 6 – Circuit for the measurement of isolation .....	34
Figure 7 – Basic circuit for the measurement of $\alpha_{(AM-PM)}$ .....	35
Figure 8 – Circuit for the measurement of the power added efficiency .....	38
Figure 9 – Circuit for the measurements of the nth order harmonic distortion ratio .....	40
Figure 10 – Circuit diagram for the measurement of the output noise power .....	42
Figure 11 – Circuit diagram for the measurement of the spurious intensity .....	44

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

## Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60747-16-1 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This bilingual version (2012-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2001-11.

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

FDIS	Report on voting
47E/200/FDIS	47E/204/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.

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

### Part 16-1: Microwave integrated circuits – Amplifiers

#### 1 Scope

This part of IEC 60747 provides the terminology, the essential ratings and characteristics, as well as the measuring methods for integrated circuit microwave power amplifiers.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60747. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60747 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60617-12:1997, *Graphical symbols for diagrams – Part 12: Binary logic elements*

IEC 60617-13:1993, *Graphical symbols for diagrams – Part 13: Analogue elements*

IEC 60747-1:1983, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 1: General*

IEC 60747-7:2000, *Semiconductor devices – Part 7: Bipolar transistors*

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

IEC 60748-3:1986, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 3: Analogue integrated circuits*

IEC 60748-4:1997, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 4: Interface integrated circuits*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	48
1 Domaine d'application .....	49
2 Références normatives .....	49
3 Terminologie .....	49
4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles .....	52
4.1 Généralités .....	52
4.2 Description relative à l'application .....	52
4.3 Spécification de la fonction .....	53
4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues) .....	55
4.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de température de fonctionnement spécifiée) .....	56
4.6 Caractéristiques électriques .....	57
4.7 Valeurs assignées mécaniques et environnementales, caractéristiques et données .....	59
4.8 Informations supplémentaires .....	59
5 Méthodes de mesure .....	60
5.1 Généralités .....	60
5.2 Gain (en puissance) linéaire ( $G_{lin}$ ) .....	60
5.3 Uniformité du gain (en puissance) linéaire ( $\Delta G_{lin}$ ) .....	62
5.4 Gain en puissance ( $G_p$ ) .....	63
5.5 Uniformité du gain (en puissance) ( $\Delta G_p$ ) .....	64
5.6 Réduction du gain (maximum disponible) ( $\Delta G_{red}$ ) .....	65
5.7 Puissance de sortie limite ( $P_{o(ltg)}$ ) .....	66
5.8 Puissance de sortie ( $P_o$ ) .....	67
5.9 Puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB ( $P_{o(1dB)}$ ) .....	67
5.10 Facteur de bruit ( $F$ ) .....	68
5.11 Distorsion d'intermodulation (à deux tonalités) ( $P_n/P_1$ ) .....	70
5.12 Puissance au point d'interception (pour les produits d'intermodulation) ( $P_{n(IP)}$ ) .....	72
5.13 Amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée) ( $ s_{11} $ ) .....	73
5.14 Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) ( $ s_{22} $ ) .....	75
5.15 Amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation) ( $ s_{12} $ ) .....	78
5.16 Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase ( $\alpha(AM-PM)$ ) .....	80
5.17 Temps de retard de groupe ( $t_{d(grp)}$ ) .....	81
5.18 Rendement en puissance ajoutée .....	83
5.19 Taux de distorsion de l'harmonique de rang n ( $P_n/P_1$ ) .....	84
5.20 Puissance de bruit en sortie ( $P_N$ ) .....	86
5.21 Intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée ( $P_{sp}/P_o$ ) .....	88
Figure 1 – Circuit pour les mesures du gain linéaire .....	61
Figure 2 – Circuit de base pour la mesure du facteur de bruit .....	69

Figure 3 – Circuit de base pour les mesures de la distorsion d'intermodulation à deux fréquences porteuses .....	71
Figure 4 – Circuit pour les mesures d'amplitude du coefficient de réflexion d'entrée/ de sortie (affaiblissement de réflexion d'entrée/de sortie) .....	74
Figure 5 – Circuit pour la mesure du coefficient de réflexion de sortie.....	77
Figure 6 – Circuit pour la mesure de l'isolation .....	79
Figure 7 – Circuit de base pour la mesure de $\alpha_{(AM-PM)}$ .....	80
Figure 8 – Circuit pour la mesure du rendement en puissance ajoutée.....	83
Figure 9 – Circuit pour les mesures du taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$ .....	85
Figure 10 – Schéma du circuit de mesure de la puissance de bruit en sortie.....	86
Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de l'intensité parasite .....	88



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

#### Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences – Amplificateurs

##### 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) 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.

La Norme Internationale CEI 60747-16-1 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs à semiconducteurs discrets, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version bilingue (2012-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2001-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 47E/200/FDIS et 47E/204/RVD.

Le rapport de vote 47E/204/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication restait valable jusqu'en 2004. A cette date, la publication sera:

- reconduite;
- annulée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

### Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences – Amplificateurs

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 fournit la terminologie, les valeurs assignées et caractéristiques essentielles, ainsi que les méthodes de mesure pour des amplificateurs de puissance hyperfréquences à circuits intégrés.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la Norme internationale CEI 60747. Pour les références datées, tout amendement ou toute révision portant sur ces publications qui seraient publiés ultérieurement ne s'applique pas. Cependant, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60747 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour l'état des normes internationales en vigueur.

CEI 60617-12:1997, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires*

CEI 60617-13:1993, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 13: Eléments analogues*

CEI 60747-1:1983, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 1: Généralités*

CEI 60747-7:2000, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 7: Transistors bipolaires*

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

CEI 60748-3:1986, *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 3: Circuits intégrés analogiques*

CEI 60748-4:1997, *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 4: Circuits intégrés d'interface*