



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Semiconductor devices –  
Part 16-6: Microwave integrated circuits – Frequency multipliers**

**Dispositifs à semiconducteurs –  
Partie 16-6: Circuits intégrés hyperfréquences – Multiplicateurs de fréquence**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-7081-3

**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 and definitions .....	6
4 Essential ratings and characteristics.....	8
4.1 General requirements .....	8
4.1.1 Circuit identification and types .....	8
4.1.2 General function description .....	8
4.1.3 Manufacturing technology.....	8
4.1.4 Package identification.....	8
4.2 Application description .....	8
4.2.1 Conformance to system and/or interface information .....	8
4.2.2 Overall block diagram .....	8
4.2.3 Reference data .....	8
4.2.4 Electrical compatibility .....	8
4.2.5 Associated devices .....	9
4.3 Specification of the function .....	9
4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks .....	9
4.3.2 Identification and function of terminals.....	9
4.3.3 Function description .....	10
4.4 Limiting values (absolute maximum rating system).....	10
4.4.1 Requirements .....	10
4.4.2 Electrical limiting values .....	10
4.4.3 Temperatures .....	11
4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range).....	11
4.6 Electrical characteristics .....	12
4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data .....	12
4.8 Additional information .....	12
5 Measuring methods .....	13
5.1 General.....	13
5.1.1 General precautions .....	13
5.1.2 Characteristic impedance .....	13
5.1.3 Handling precautions .....	13
5.1.4 Types .....	13
5.2 Output power ( $P_O$ ).....	13
5.2.1 Purpose .....	13
5.2.2 Circuit diagram .....	13
5.2.3 Principle of measurement .....	13
5.2.4 Circuit description and requirements.....	14
5.2.5 Precautions to be observed .....	14
5.2.6 Measurement procedure .....	14
5.2.7 Specified conditions.....	14
5.3 Conversion gain ( $G_C$ ) .....	14
5.3.1 Purpose .....	14
5.3.2 Circuit diagram .....	15
5.3.3 Principle of measurement .....	15
5.3.4 Circuit description and requirements.....	15

5.3.5	Precautions to be observed .....	15
5.3.6	Measurement procedure .....	15
5.3.7	Specified conditions.....	15
5.4	Input return loss ( $L_{ret(in)}$ ) .....	15
5.4.1	Purpose .....	15
5.4.2	Circuit diagram .....	15
5.4.3	Principle of measurement .....	16
5.4.4	Circuit description and requirements.....	16
5.4.5	Precautions to be observed .....	16
5.4.6	Measurement procedure .....	16
5.4.7	Specified conditions.....	17
5.5	Output return loss ( $L_{ret(out)}$ ) .....	17
5.5.1	Purpose .....	17
5.5.2	Circuit diagram .....	17
5.5.3	Principle of measurement .....	17
5.5.4	Circuit description and requirements.....	18
5.5.5	Precautions to be observed .....	18
5.5.6	Measurement procedure .....	18
5.5.7	Specified conditions.....	18
5.6	Fundamental isolation ( $P_O/P_1$ ) .....	19
5.6.1	Purpose .....	19
5.6.2	Circuit diagram .....	19
5.6.3	Principle of measurement .....	19
5.6.4	Circuit description and requirements.....	19
5.6.5	Precautions to be observed .....	19
5.6.6	Measurement procedure .....	19
5.6.7	Specified conditions.....	20
5.7	n-th order harmonic isolation ( $P_O/P_{nth}$ ) .....	20
5.7.1	Purpose .....	20
5.7.2	Circuit diagram .....	20
5.7.3	Principle of measurement .....	20
5.7.4	Circuit description and requirements.....	20
5.7.5	Precautions to be observed .....	20
5.7.6	Measurement procedure .....	20
5.7.7	Specified conditions.....	21
5.8	Phase noise ( $\mathcal{S}(f)$ ) .....	21
5.8.1	Purpose .....	21
5.8.2	Measuring methods .....	21
Figure 1 – Circuit diagram for the measurement of the output power.....		13
Figure 2 – Circuit diagram for the measurement of the input return loss.....		16
Figure 3 – Circuit diagram for the measurement of the output return loss.....		17
Figure 4 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{S}(f)$ (method 1) .....		22
Figure 5 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{S}(f)$ (method 2) .....		23
Figure 6 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{S}(f)$ (method 3) .....		24
Table 1 – Comparison of phase noise measuring methods.....		21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –**

**Part 16-6: Microwave integrated circuits –  
Frequency multipliers**

**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 60747-16-6 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
47E/602/CDV	47E/622A/RVC

Full information on the voting for the approval of this International 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 document 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.

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

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

## SEMICONDUCTOR DEVICES –

### Part 16-6: Microwave integrated circuits – Frequency multipliers

#### 1 Scope

This part of IEC 60747 specifies the terminology, essential ratings and characteristics, and measuring methods of microwave integrated circuit frequency multipliers.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

IEC 60747-4, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 4: Microwave diodes and transistors*

IEC 60747-16-3:2002, *Semiconductor devices – Part 16-3: Microwave integrated circuits – Frequency converters*  
IEC 60747-16-3:2002/AMD 1:2009  
IEC 60747-16-3:2002/AMD 2:2017

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

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	28
1 Domaine d'application .....	30
2 Références normatives .....	30
3 Termes et définitions .....	30
4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles .....	32
4.1 Exigences générales .....	32
4.1.1 Identification et types de circuits .....	32
4.1.2 Description générale de la fonction .....	32
4.1.3 Technologie de fabrication .....	32
4.1.4 Identification du boîtier .....	32
4.2 Description relative à l'application .....	32
4.2.1 Conformité au système et/ou aux informations d'interface .....	32
4.2.2 Schéma de principe global .....	32
4.2.3 Données de référence .....	33
4.2.4 Compatibilité électrique .....	33
4.2.5 Dispositifs associés .....	33
4.3 Spécification de la fonction .....	33
4.3.1 Schéma de principe détaillé – Blocs fonctionnels .....	33
4.3.2 Identification et fonction des bornes .....	33
4.3.3 Description de la fonction .....	34
4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues) .....	34
4.4.1 Exigences .....	34
4.4.2 Valeurs limites électriques .....	35
4.4.3 Températures .....	35
4.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de températures de fonctionnement spécifiée) .....	36
4.6 Caractéristiques électriques .....	36
4.7 Valeurs assignées mécaniques et environnementales, caractéristiques et données .....	36
4.8 Informations supplémentaires .....	36
5 Méthodes de mesure .....	37
5.1 Généralités .....	37
5.1.1 Précautions générales .....	37
5.1.2 Impédance caractéristique .....	37
5.1.3 Précautions de manipulation .....	37
5.1.4 Types .....	37
5.2 Puissance de sortie ( $P_O$ ) .....	37
5.2.1 Objectif .....	37
5.2.2 Schéma de circuit .....	38
5.2.3 Principe de mesure .....	38
5.2.4 Description et exigences du circuit .....	38
5.2.5 Précautions à prendre .....	38
5.2.6 Procédure de mesure .....	38
5.2.7 Conditions spécifiées .....	39
5.3 Gain de conversion ( $G_C$ ) .....	39
5.3.1 Objectif .....	39
5.3.2 Schéma de circuit .....	39

5.3.3	Principe de mesure.....	39
5.3.4	Description et exigences du circuit.....	39
5.3.5	Précautions à prendre .....	39
5.3.6	Procédure de mesure .....	39
5.3.7	Conditions spécifiées.....	40
5.4	Affaiblissement de réflexion d'entrée ( $L_{ret(in)}$ ).....	40
5.4.1	Objectif.....	40
5.4.2	Schéma de circuit.....	40
5.4.3	Principe de mesure.....	40
5.4.4	Description et exigences du circuit.....	40
5.4.5	Précautions à prendre .....	41
5.4.6	Procédure de mesure .....	41
5.4.7	Conditions spécifiées.....	41
5.5	Affaiblissement de réflexion de sortie ( $L_{ret(out)}$ ).....	41
5.5.1	Objectif.....	41
5.5.2	Schéma de circuit.....	41
5.5.3	Principe de mesure.....	42
5.5.4	Description et exigences du circuit.....	42
5.5.5	Précautions à prendre .....	42
5.5.6	Procédure de mesure .....	43
5.5.7	Conditions spécifiées.....	43
5.6	Isolation fondamentale ( $P_0/P_1$ ) .....	43
5.6.1	Objectif.....	43
5.6.2	Schéma de circuit.....	43
5.6.3	Principe de mesure.....	43
5.6.4	Description et exigences du circuit.....	44
5.6.5	Précautions à prendre .....	44
5.6.6	Procédure de mesure .....	44
5.6.7	Conditions spécifiées.....	44
5.7	Isolation harmonique du nième ordre ( $P_0/P_{nth}$ ).....	44
5.7.1	Objectif.....	44
5.7.2	Schéma de circuit.....	44
5.7.3	Principe de mesure.....	44
5.7.4	Description et exigences du circuit.....	45
5.7.5	Précautions à prendre .....	45
5.7.6	Procédure de mesure .....	45
5.7.7	Conditions spécifiées.....	45
5.8	Bruit de phase ( $\mathcal{A}(f)$ ).....	45
5.8.1	Objectif.....	45
5.8.2	Méthodes de mesure .....	45
Figure 1 – Schéma du circuit de mesure de la puissance de sortie .....		38
Figure 2 – Schéma du circuit de mesure de l'affaiblissement de réflexion d'entrée.....		40
Figure 3 – Schéma du circuit de mesure de l'affaiblissement de réflexion de sortie.....		42
Figure 4 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{A}(f)$ (méthode 1) .....		46
Figure 5 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{A}(f)$ (méthode 2) .....		48
Figure 6 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{A}(f)$ (méthode 3) .....		49
Tableau 1 – Comparaison des méthodes de mesure du bruit de phase .....		46



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

#### Partie 16-6: Circuits intégrés hyperfréquences – Multiplicateurs de fréquence

##### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60747-16-6 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
47E/602/CDV	47E/622A/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

### Partie 16-6: Circuits intégrés hyperfréquences – Multiplicateurs de fréquence

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60747 spécifie la terminologie, les valeurs assignées et caractéristiques essentielles, ainsi que les méthodes de mesure des multiplicateurs hyperfréquences à circuits intégrés.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60747-1:2006, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 1: Généralités*  
IEC 60747-1:2006/AMD 1:2010

IEC 60747-4, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 4: Diodes et transistors hyperfréquences*

IEC 60747-16-3:2002, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence*  
IEC 60747-16-3:2002/AMD 1:2009  
IEC 60747-16-3:2002/AMD 2:2017

IEC 61340-5-1, *Électrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

IEC TR 61340-5-2, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide* (disponible en anglais seulement)