

# CONSOLIDATED VERSION

## VERSION CONSOLIDÉE



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

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



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Specifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# CONSOLIDATED VERSION

# VERSION CONSOLIDÉE



**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

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-3986-5

**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.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-1:2001+AMD1:2007+AMD2:2017 CSV

## REDLINE VERSION

## VERSION REDLINE



**Semiconductor devices –**

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

**Dispositifs à semiconducteurs –**

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

## CONTENTS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                     | 7  |
| 1 Scope.....                                                                      | 9  |
| 2 Normative references .....                                                      | 9  |
| 3 <del>Terminology</del> Terms and definitions .....                              | 10 |
| 4 Essential ratings and characteristics.....                                      | 12 |
| 4.1 General.....                                                                  | 12 |
| 4.1.1 Circuit identification and types .....                                      | 12 |
| 4.2 Application related description.....                                          | 13 |
| 4.2.1 Conformance to system and/or interface information .....                    | 13 |
| 4.2.2 Overall block diagram .....                                                 | 13 |
| 4.2.3 Reference data .....                                                        | 13 |
| 4.2.4 Electrical compatibility.....                                               | 13 |
| 4.2.5 Associated devices .....                                                    | 14 |
| 4.3 Specification of the function .....                                           | 14 |
| 4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks .....                            | 14 |
| 4.3.2 Identification and function of terminals.....                               | 14 |
| 4.3.3 Functional description.....                                                 | 15 |
| 4.3.4 Family-related characteristics .....                                        | 15 |
| 4.4 Limiting values (absolute maximum rating system).....                         | 15 |
| 4.4.1 Electrical limiting values .....                                            | 16 |
| 4.4.2 Temperatures .....                                                          | 16 |
| 4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range) ..... | 17 |
| 4.5.1 Power supplies positive and/or negative values .....                        | 17 |
| 4.5.2 Initialization sequences (where appropriate) .....                          | 17 |
| 4.5.3 Input voltage(s) (where appropriate).....                                   | 17 |
| 4.5.4 Output current(s) (where appropriate).....                                  | 17 |
| 4.5.5 Voltage and/or current of other terminal(s) .....                           | 17 |
| 4.5.6 External elements (where appropriate) .....                                 | 17 |
| 4.5.7 Operating temperature range.....                                            | 17 |
| 4.6 Electrical characteristics.....                                               | 17 |
| 4.6.1 Static characteristics .....                                                | 17 |
| 4.6.2 Dynamic or a.c. characteristics .....                                       | 18 |
| 4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data.....           | 19 |
| 4.8 Additional information.....                                                   | 19 |
| 4.8.1 Equivalent input and output circuit .....                                   | 19 |
| 4.8.2 Internal protection .....                                                   | 19 |
| 4.8.3 Capacitors at terminals.....                                                | 19 |
| 4.8.4 Thermal resistance .....                                                    | 19 |
| 4.8.5 Interconnections to other types of circuit .....                            | 19 |
| 4.8.6 Effects of externally connected component(s).....                           | 19 |
| 4.8.7 Recommendations for any associated device(s) .....                          | 19 |
| 4.8.8 Handling precautions .....                                                  | 19 |
| 4.8.9 Application data.....                                                       | 20 |
| 4.8.10 Other application information.....                                         | 20 |
| 4.8.11 Date of issue of the data sheet .....                                      | 20 |
| 5 Measuring methods .....                                                         | 20 |
| 5.1 General.....                                                                  | 20 |
| 5.1.1 Characteristic impedances.....                                              | 20 |
| 5.1.2 General precautions .....                                                   | 20 |
| 5.1.3 Handling precautions .....                                                  | 20 |
| 5.1.4 Types .....                                                                 | 20 |

|       |                                                                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2   | Linear (power) gain ( $G_{lin}$ )                                                                 | 20 |
| 5.2.1 | Purpose                                                                                           | 20 |
| 5.2.2 | Circuit diagram                                                                                   | 21 |
| 5.2.3 | Principle of measurement                                                                          | 21 |
| 5.2.4 | Circuit description and requirements                                                              | 21 |
| 5.2.5 | Precautions to be observed                                                                        | 21 |
| 5.2.6 | Measurement procedure                                                                             | 22 |
| 5.2.7 | Specified conditions                                                                              | 22 |
| 5.3   | Linear (power) gain flatness ( $\Delta G_{lin}$ )                                                 | 22 |
| 5.3.1 | Purpose                                                                                           | 22 |
| 5.3.2 | Circuit diagram                                                                                   | 22 |
| 5.3.3 | Principle of measurement                                                                          | 22 |
| 5.3.4 | Circuit description and requirements                                                              | 22 |
| 5.3.5 | Precautions to be observed                                                                        | 22 |
| 5.3.6 | Measurement procedure                                                                             | 22 |
| 5.3.7 | Specified conditions                                                                              | 23 |
| 5.4   | Power gain ( $G_p$ )                                                                              | 23 |
| 5.4.1 | Purpose                                                                                           | 23 |
| 5.4.2 | Circuit diagram                                                                                   | 23 |
| 5.4.3 | Principle of measurement                                                                          | 23 |
| 5.4.4 | Circuit description and requirements                                                              | 23 |
| 5.4.5 | Precautions to be observed                                                                        | 23 |
| 5.4.6 | Measurement procedure                                                                             | 23 |
| 5.4.7 | Specified conditions                                                                              | 23 |
| 5.5   | (Power) gain flatness ( $\Delta G_p$ )                                                            | 24 |
| 5.5.1 | Purpose                                                                                           | 24 |
| 5.5.2 | Circuit diagram                                                                                   | 24 |
| 5.5.3 | Principle of measurement                                                                          | 24 |
| 5.5.4 | Circuit description and requirements                                                              | 24 |
| 5.5.5 | Precautions to be observed                                                                        | 24 |
| 5.5.6 | Measurement procedure                                                                             | 24 |
| 5.5.7 | Specified conditions                                                                              | 24 |
| 5.6   | (Maximum available) gain reduction ( $\Delta G_{red}$ )                                           | 25 |
| 5.6.1 | Purpose                                                                                           | 25 |
| 5.6.2 | Circuit diagram                                                                                   | 25 |
| 5.6.3 | Principle of measurement                                                                          | 25 |
| 5.6.4 | Circuit description and requirements                                                              | 25 |
| 5.6.5 | Precautions to be observed                                                                        | 25 |
| 5.6.6 | Measurement procedure                                                                             | 25 |
| 5.6.7 | Specified conditions                                                                              | 25 |
| 5.7   | Limiting output power ( $P_{o(ltg)}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{o(ltg)}$ ) | 25 |
| 5.7.1 | Purpose                                                                                           | 25 |
| 5.7.2 | Circuit diagram                                                                                   | 26 |
| 5.7.3 | Principle of measurement                                                                          | 26 |
| 5.7.4 | Circuit description and requirements                                                              | 26 |
| 5.7.5 | Precautions to be observed                                                                        | 26 |
| 5.7.6 | Measurement procedure                                                                             | 26 |
| 5.7.7 | Specified conditions                                                                              | 26 |
| 5.8   | Output power ( $P_o$ )                                                                            | 26 |
| 5.8.1 | Purpose                                                                                           | 26 |
| 5.8.2 | Circuit diagram                                                                                   | 26 |
| 5.8.3 | Principle of measurement                                                                          | 26 |
| 5.8.4 | Circuit description and requirements                                                              | 27 |
| 5.8.5 | Precautions to be observed                                                                        | 27 |
| 5.8.6 | Measurement procedure                                                                             | 27 |



|        |                                                                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.8.7  | Specified conditions .....                                                                                          | 27 |
| 5.9    | Output power at 1 dB gain compression ( $P_{O(1dB)}$ ) .....                                                        | 27 |
| 5.9.1  | Purpose .....                                                                                                       | 27 |
| 5.9.2  | Circuit diagram .....                                                                                               | 27 |
| 5.9.3  | Principle of measurement .....                                                                                      | 27 |
| 5.9.4  | Circuit description and requirements .....                                                                          | 27 |
| 5.9.5  | Precautions to be observed .....                                                                                    | 27 |
| 5.9.6  | Measurement procedure .....                                                                                         | 27 |
| 5.9.7  | Specified conditions .....                                                                                          | 28 |
| 5.10   | Noise figure ( $F$ ) .....                                                                                          | 28 |
| 5.10.1 | Purpose .....                                                                                                       | 28 |
| 5.10.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 28 |
| 5.10.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 28 |
| 5.10.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 29 |
| 5.10.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 29 |
| 5.10.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 29 |
| 5.10.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 30 |
| 5.11   | Intermodulation distortion (two-tone) ( $P_n/P_1$ ) .....                                                           | 30 |
| 5.11.1 | Purpose .....                                                                                                       | 30 |
| 5.11.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 30 |
| 5.11.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 30 |
| 5.11.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 31 |
| 5.11.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 31 |
| 5.11.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 31 |
| 5.11.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 31 |
| 5.12   | Power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_n(IP)$ ) .....                                     | 31 |
| 5.12.1 | Purpose .....                                                                                                       | 31 |
| 5.12.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 32 |
| 5.12.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 32 |
| 5.12.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 32 |
| 5.12.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 32 |
| 5.12.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 32 |
| 5.12.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 32 |
| 5.13   | Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) ( $+s_{11}+ S_{11} $ ) .....                      | 32 |
| 5.13.1 | Purpose .....                                                                                                       | 32 |
| 5.13.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 33 |
| 5.13.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 33 |
| 5.13.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 33 |
| 5.13.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 33 |
| 5.13.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 33 |
| 5.13.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 34 |
| 5.14   | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) ( $+s_{22}+ S_{22} $ ) .....                    | 34 |
| 5.14.1 | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)<br>under small-signal operating condition ..... | 34 |
| 5.14.2 | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)<br>under large-signal operating condition ..... | 35 |
| 5.15   | Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) ( $+s_{12}+ S_{12} $ ) .....                          | 37 |
| 5.15.1 | Purpose .....                                                                                                       | 37 |
| 5.15.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 38 |
| 5.15.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 38 |
| 5.15.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 38 |
| 5.15.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 38 |
| 5.15.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 38 |
| 5.15.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 39 |



|        |                                                                                           |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.16   | Conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation ( $\alpha_{(AM-PM)}$ ) | 39 |
| 5.16.1 | Purpose                                                                                   | 39 |
| 5.16.2 | Circuit diagram                                                                           | 39 |
| 5.16.3 | Principle of measurement                                                                  | 39 |
| 5.16.4 | Circuit description and requirements                                                      | 40 |
| 5.16.5 | Precautions to be observed                                                                | 40 |
| 5.16.6 | Measurement procedure                                                                     | 40 |
| 5.16.7 | Specified conditions                                                                      | 40 |
| 5.17   | Group delay time ( $t_d(\text{grp})$ )                                                    | 40 |
| 5.17.1 | Purpose                                                                                   | 40 |
| 5.17.2 | Circuit diagram                                                                           | 41 |
| 5.17.3 | Principle of measurement                                                                  | 41 |
| 5.17.4 | Circuit description and requirements                                                      | 41 |
| 5.17.5 | Precautions to be observed                                                                | 41 |
| 5.17.6 | Measurement procedure                                                                     | 41 |
| 5.17.7 | Specified conditions                                                                      | 41 |
| 5.18   | Power added efficiency ( $\eta_{\text{add}}$ )                                            | 42 |
| 5.18.1 | Purpose                                                                                   | 42 |
| 5.18.2 | Circuit diagram                                                                           | 42 |
| 5.18.3 | Principle of measurement                                                                  | 42 |
| 5.18.4 | Circuit description and requirements                                                      | 43 |
| 5.18.5 | Precautions to be observed                                                                | 43 |
| 5.18.6 | Measurement procedure                                                                     | 43 |
| 5.18.7 | Specified conditions                                                                      | 43 |
| 5.19   | $n$ th order harmonic distortion ratio ( $P_{\text{nth}}/P_1$ )                           | 43 |
| 5.19.1 | Purpose                                                                                   | 43 |
| 5.19.2 | Circuit diagram                                                                           | 44 |
| 5.19.3 | Principle of measurement                                                                  | 44 |
| 5.19.4 | Circuit description and requirements                                                      | 44 |
| 5.19.5 | Precautions to be observed                                                                | 44 |
| 5.19.6 | Measurement procedure                                                                     | 44 |
| 5.19.7 | Specified conditions                                                                      | 45 |
| 5.20   | Output noise power ( $P_N$ )                                                              | 45 |
| 5.20.1 | Purpose                                                                                   | 45 |
| 5.20.2 | Circuit diagram                                                                           | 45 |
| 5.20.3 | Principle of measurement                                                                  | 45 |
| 5.20.4 | Circuit description and requirements                                                      | 46 |
| 5.20.5 | Precautions to be observed                                                                | 46 |
| 5.20.6 | Measurement procedure                                                                     | 46 |
| 5.20.7 | Specified conditions                                                                      | 46 |
| 5.21   | Spurious intensity under specified load VSWR ( $P_{\text{sp}}/P_O$ )                      | 47 |
| 5.21.1 | Purpose                                                                                   | 47 |
| 5.21.2 | Circuit diagram                                                                           | 47 |
| 5.21.3 | Principle of measurement                                                                  | 47 |
| 5.21.4 | Circuit description and requirements                                                      | 47 |
| 5.21.5 | Precautions to be observed                                                                | 47 |
| 5.21.6 | Measurement procedure                                                                     | 48 |
| 5.21.7 | Specified conditions                                                                      | 48 |
| 5.22   | Adjacent channel power ratio ( $P_{\text{adj}}/P_{O(\text{mod})}$ )                       | 48 |
| 5.22.1 | Purpose                                                                                   | 48 |
| 5.22.2 | Circuit diagram                                                                           | 49 |
| 5.22.3 | Principle of measurement                                                                  | 49 |
| 5.22.4 | Circuit description and requirement                                                       | 50 |
| 5.22.5 | Precautions to be observed                                                                | 50 |

|           |                                                                                                                     |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.22.6    | Measurement procedure .....                                                                                         | 50 |
| 5.22.7    | Specified conditions .....                                                                                          | 50 |
| 6         | Verifying methods .....                                                                                             | 51 |
| 6.1       | Load mismatch tolerance ( $\Psi_L$ ) .....                                                                          | 51 |
| 6.1.1     | Purpose .....                                                                                                       | 51 |
| 6.1.2     | Verification of method 1 (spurious intensity) .....                                                                 | 51 |
| 6.1.3     | Verification of method 2 (no discontinuity of the frequency response) .....                                         | 53 |
| 6.2       | Source mismatch tolerance ( $\Psi_S$ ) .....                                                                        | 54 |
| 6.2.1     | Purpose .....                                                                                                       | 54 |
| 6.2.2     | Verification of method 1 (spurious intensity) .....                                                                 | 54 |
| 6.2.3     | Verifying method 2 (no discontinuity of the frequency response) .....                                               | 55 |
| 6.3       | Load mismatch ruggedness ( $\Psi_R$ ) .....                                                                         | 56 |
| 6.3.1     | Purpose .....                                                                                                       | 56 |
| 6.3.2     | Circuit diagram .....                                                                                               | 57 |
| 6.3.3     | Circuit description and requirements .....                                                                          | 57 |
| 6.3.4     | Precautions to be observed .....                                                                                    | 57 |
| 6.3.5     | Test procedure .....                                                                                                | 57 |
| 6.3.6     | Specified conditions .....                                                                                          | 58 |
| Figure 1  | – Circuit for the measurements of linear gain .....                                                                 | 21 |
| Figure 2  | – Basic circuit for the measurement of the noise figure .....                                                       | 28 |
| Figure 3  | – Basic circuit for the measurements of two-tone intermodulation distortion .....                                   | 30 |
| Figure 4  | – Circuit for the measurements of magnitude of input/output reflection coefficient (input/output return loss) ..... | 33 |
| Figure 5  | – Circuit for the measurement of output reflection coefficient .....                                                | 36 |
| Figure 6  | – Circuit for the measurement of isolation .....                                                                    | 38 |
| Figure 7  | – Basic circuit for the measurement of $\alpha$ (AM-PM) .....                                                       | 39 |
| Figure 8  | – Circuit for the measurement of the power added efficiency .....                                                   | 42 |
| Figure 9  | – Circuit for the measurements of the $n$ th order harmonic distortion ratio .....                                  | 44 |
| Figure 10 | – Circuit diagram for the measurement of the output noise power .....                                               | 45 |
| Figure 11 | – Circuit diagram for the measurement of the spurious intensity .....                                               | 47 |
| Figure 12 | – Circuit for the measurement of the adjacent channel power ratio .....                                             | 49 |
| Figure 13 | – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 1 .....                                         | 51 |
| Figure 14 | – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 2 .....                                         | 53 |
| Figure 15 | – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 1 .....                                       | 54 |
| Figure 16 | – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 2 .....                                       | 55 |
| Figure 17 | – Circuit for the verification of load mismatch ruggedness .....                                                    | 57 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### SEMICONDUCTOR DEVICES –

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

#### 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.

#### DISCLAIMER

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

This Consolidated version of IEC 60747-16-1 bears the edition number 1.2. It consists of the first edition (2001-11) [documents 47E/200/FDIS and 47E/204/RVD], its amendment 1 (2007-01) [documents 47E/305/FDIS and 47E/317/RVD] and its amendment 2 (2017-02) [documents 47E/500/CDV and 47E/518/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

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

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 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 document using a colour printer.**

## 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 60050-702, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 702: Oscillations, signals and related devices* (available at: <http://www.electropedia.org>)

~~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 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at: <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60747-1:1983 2006, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 1: General*  
IEC 60747-1:2006/AMD1:2010

IEC 60747-4:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 4: Microwave diodes and transistors*  
IEC 60747-4:2007/AMD1:2017

~~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 60748-3:1986/AMD1:1991

IEC 60748-3:1986/AMD2:1994

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

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

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

### 3 Terminology Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

#### 3.1

##### **linear (power) gain $G_{lin}$**

power gain in the linear region of the power transfer curve  $P_o$  (dBm) =  $f(P_i)$

NOTE In this region,  $\Delta P_o$  (dBm) =  $\Delta P_i$  (dBm).

#### 3.2

##### **linear (power) gain flatness $\Delta G_{lin}$**

power gain flatness when the operating point lies in the linear region of the power transfer curve

#### 3.3

##### **power gain $G_p$ , $G$**

ratio of the output power to the input power

NOTE Usually the power gain is expressed in decibels.

#### 3.4

##### **(power) gain flatness $\Delta G_p$**

difference between the maximum and minimum power gain for a specified input power in a specified frequency range

#### 3.5

##### **(maximum available) gain reduction $\Delta G_{red}$**

difference in decibels between the maximum and minimum power gains that can be provided by the gain control

### 3.6 Output power limiting

#### 3.6.1

##### **output power limiting range**

range in which, for rising input power, the output power is limiting

NOTE For specification purposes, the limits of this range are specified by specified lower and upper limit values for the input power.

#### 3.6.2

##### **limiting output power $P_{o(ltg)}$**

output power in the range where it is limiting

#### 3.6.3

##### **limiting output power flatness $\Delta P_{o(ltg)}$**

difference between the maximum and minimum output power in the output power limiting range:

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)}$$

#### 3.7

##### **intermodulation distortion**

$P_n/P_i$   $P_n/P_1$

ratio of ~~the output power of~~ the  $n$ th order component to the output power of the fundamental component, ~~at a specified input of the output power~~

Note 1 to entry: The abbreviation "IMD<sub>n</sub>" is in common use for the  $n$ th order intermodulation distortion.

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.19.

### 3.8

#### power at the intercept point (for intermodulation products)

$P_{n(IP)}$

output power at intersection between the extrapolated output powers of the fundamental component and the  $n$ th order intermodulation components, when the extrapolation is carried out in a diagram showing the output power of the components (in decibels) as a function of the input power (in decibels)

### 3.9

#### magnitude of the input reflection coefficient

(input return loss)

$|S_{11}|$

see 3.5.2.1 of IEC 60747-7 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.10

#### magnitude of the output reflection coefficient

(output return loss)

$|S_{22}|$

see 3.5.2.2 of IEC 60747-7 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.11

#### magnitude of the reverse transmission coefficient

(isolation)

$|S_{12}|$

see 3.5.2.4 of IEC 60747-7 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.12

#### conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation $\alpha_{(AM-PM)}$

quotient of

the phase deviation of the output signal (in degrees) by

the change in input power (in decibels) producing it

### 3.13

#### group delay time $t_{d(grp)}$

ratio of the change, with angular frequency, of the phase shift through the amplifier

NOTE Usually group delay time is very close in value to input-to-output delay time.

### 3.14

#### $n$ th order harmonic distortion ratio

$P_{nth}/P_1$

ratio of the power of the  $n$ th order harmonic component measured at the output port of the device to the power of the fundamental frequency measured at the output port ~~for a specified output power~~

### 3.15

#### output noise power $P_N$

maximum noise power measured at the output port of the device within a specified bandwidth in a specified frequency range for a specified output power

### 3.16

#### spurious intensity under specified load VSWR

$P_{sp}/P_o$

ratio of the power of the maximum spurious power measured at the output port of the device to the power of the fundamental frequency measured at the output port under specified load VSWR



### 3.17

#### output power

$P_o$

RF power measured at the output port

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.2.

### 3.18

#### output power at 1 dB gain compression

$P_{o(1dB)}$

see 8.2.13 of IEC 60747-4

### 3.19

#### noise figure

$F$

see 702-08-57 of IEC 60050-702

### 3.20

#### power added efficiency

$\eta_{add}$

see 8.2.15 of IEC 60747-4

### 3.21

#### adjacent channel power ratio

$P_{adj}/P_{o(mod)}$

ratio of the total output power in a specified frequency band away from a specified carrier signal frequency to the total power in a specified carrier signal frequency band, when a modulation signal is supplied

### 3.22

#### load mismatch tolerance

$\Psi_L$

see 7.2.20 of IEC 60747-4

### 3.23

#### source mismatch tolerance

$\Psi_S$

see 7.2.21 of IEC 60747-4

### 3.24

#### load mismatch ruggedness

$\Psi_R$

see 7.2.22 of IEC 60747-4

## 4 Essential ratings and characteristics

### 4.1 General

#### 4.1.1 Circuit identification and types

##### 4.1.1.1 Designation and types

The indication of type (device name), the category of the circuit and the technology applied should be given.

Microwave amplifiers are divided into four categories:

Type A: Low-noise type.

Type B: Auto-gain control type.

Type C: Limiting type.

Type D: Power type.

#### **4.1.1.2 General function description**

A general description of the function performed by the integrated circuit microwave amplifiers and the features for the application should be made.

#### **4.1.1.3 Manufacturing technology**

The manufacturing technology, for example, semiconductor monolithic integrated circuit, thin-film integrated circuit, micro-assembly, should be stated. This statement should include details of the semiconductor technologies such as MESFET, MISFET, Si bipolar transistor, HBT, etc.

#### **4.1.1.4 Package identification**

The following statements should be made:

- a) IEC and/or national reference number of the outline drawing, or drawing of non-standard package including terminal numbering;
- b) principal package material; for example, metal, ceramic, plastic.

#### **4.1.1.5 Main application**

The main application should be stated, if necessary. If the device has restrictive applications, these should be stated here.

### **4.2 Application related description**

Information on the application of the integrated circuit and its relation to the associated devices should be given.

#### **4.2.1 Conformance to system and/or interface information**

It should be stated whether the integrated circuit conforms to an application system and/or interface standard or recommendation.

The detailed information about application systems, equipment and circuits such as VSAT systems, DBS receivers, microwave landing systems, etc., should also be given.

#### **4.2.2 Overall block diagram**

A block diagram of the applied systems should be given, if necessary.

#### **4.2.3 Reference data**

The most important properties to permit comparison between derivative types should be given.

#### **4.2.4 Electrical compatibility**

It should be stated whether the integrated circuit is electrically compatible with other particular integrated circuits or families of integrated circuits or whether special interfaces are required.

Details should be given of the type of the input and output circuits, for example, input/output impedances, d.c. block, open-drain, etc. Interchangeability with other devices, if any, should be given.

#### 4.2.5 Associated devices

If applicable, the following should be stated here:

- devices necessary for correct operation (list with type number, name, and function);
- peripheral devices with direct interfacing (list with type number, name, and function).

#### 4.3 Specification of the function

##### 4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks

A detail block diagram or equivalent circuit information of the integrated circuit microwave amplifiers should be given. The block diagram should be composed of the following:

- 1) functional blocks;
- 2) mutual interconnections among the functional blocks;
- 3) individual functional units within the functional blocks;
- 4) mutual interconnections among the individual functional blocks;
- 5) function of each external connection;
- 6) interdependence between the separate functional blocks.

The block diagram should identify the function of each external connection and, where no ambiguity can arise, can also show the terminal symbols and/or numbers. If the encapsulation has metallic parts, any connection to them from external terminals should be indicated. The connections with any associated external electrical elements should be stated, where necessary.

As additional information, the complete electrical circuit diagram can be reproduced, but not necessarily with indications of the values of the circuit components. The graphical symbol for the function shall be given. This may be obtained from a catalogue of standards of graphical symbols or designed according to the rules of IEC 60617-12 or IEC 60617-13 IEC 60617.

##### 4.3.2 Identification and function of terminals

All terminals should be identified on the block diagram (supply terminals, input or output terminals, input/output terminals).

The terminal functions 1)-4) should be indicated in a table as follows:

| Terminal number | Terminal symbol | 1) Terminal designation | 2) Function | Function of terminal           |                                 |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                 |                 |                         |             | 3) Input/output identification | 4) Type of input/output circuit |
|                 |                 |                         |             |                                |                                 |

##### 1) Terminal name

A terminal name to indicate the function terminal should be given. Supply terminals, ground terminals, blank terminals (with abbreviation NC), non-usable terminals (with abbreviation NU) should be distinguished.

##### 2) Function

A brief indication of the terminal function should be given.

- Each function of multi-role terminals, that is terminals that have multiple functions.
- Each function of the integrated circuit selected by mutual pin connections, programming and/or application of function selection data to the function selection pin, such as mode selection pin.

##### 3) Input/output identification

Input, output, input/output, and multiplex input/output terminals should be distinguished.

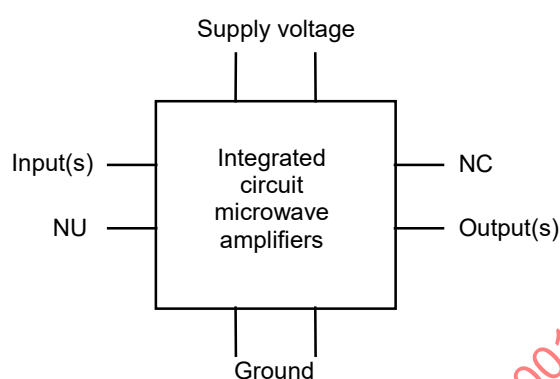
4) Type of input/output circuits

The type of the input and output circuits, for example, input/output impedances, with or without d.c. block, etc., should be distinguished.

5) Type of ground

If the baseplate of the package is used as ground, this should be stated.

Example:



### 4.3.3 Functional description

The function performed by the circuit should be specified, including the following information:

- basic function;
- relation to external terminals;
- operation mode (for example, set-up method, preference, etc.);
- interrupt handling.

### 4.3.4 Family-related characteristics

In this part, all the family-specific functional descriptions shall be stated (refer to IEC 60748-2, IEC 60748-3 and IEC 60748-4).

If ratings and characteristics and function characteristics exist for the family, the relevant part of IEC 60748 should be used (for example, for microprocessors, see IEC 60748-2, Chapter III, Section 3).

NOTE For each new device family, specific items shall be added in the relevant part of IEC 60748.

### 4.4 Limiting values (absolute maximum rating system)

The table of these values contains the following.

- Any interdependence of limiting conditions shall be specified.
- If externally connected and/or attached elements, for example heatsinks, have an influence on the values of the ratings, the ratings shall be prescribed for the integrated circuit with the elements connected and/or attached.
- If limiting values are exceeded for transient overload, the permissible excess and their duration shall be specified.
- Where minimum and maximum values differ during programming of the device, this should be stated.
- All voltages are referenced to a specified reference terminal ( $V_{ss}$ ,  $G_{ND}$ , etc.).

- f) In satisfying the following clauses, if maximum and/or minimum values are quoted, the manufacturer must indicate whether he refers to the absolute magnitude or to the algebraic value of the quantity.
- g) The ratings given must cover the operation of the multi-function integrated circuit over the specified range of operating temperatures. Where such ratings are temperature-dependent, this dependence should be indicated.

#### 4.4.1 Electrical limiting values

Limiting values should be specified as follows.

| Parameters                                                          | Min. | Max. |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|
| (1) Power supply voltages                                           | +    | +    |
| (2) Power supply currents (where appropriate)                       |      | +    |
| (3) Input voltage(s) (where appropriate)                            | +    | +    |
| (4) Output voltage(s) (where appropriate)                           | +    | +    |
| (5) Input current(s) (where appropriate)                            |      | +    |
| (6) Output current(s) (where appropriate)                           |      | +    |
| (7) Other terminal voltage(s) (where appropriate)                   | +    | +    |
| (8) Other terminal current(s) (where appropriate)                   |      | +    |
| (9) Voltage difference between input and output (where appropriate) | +    | +    |
| (10) Power dissipation                                              |      | +    |

The detail specification may indicate those values within the table including note 1 and note 2.

| Parameters (Note 1, Note 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Symbols | Min. | Max. | Unit |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|------|------|
| <p>NOTE 1 Where appropriate, in accordance with the type of circuit considered.</p> <p>NOTE 2 For power supply voltage range:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– limiting value(s) of the continuous voltage(s) at the supply terminal(s) with respect to a special electrical reference point;</li> <li>– where appropriate, limiting value between specified supply terminals;</li> <li>– when more than one voltage supply is required, a statement should be made as to whether the sequence in which these supplies are applied is significant: if so, the sequence should be stated;</li> <li>– when more than one supply is needed, it may be necessary to state the combinations of ratings for these supply voltages and currents.</li> </ul> |         |      |      |      |

#### 4.4.2 Temperatures

- 1) Operating temperature (ambient or reference-point temperature)
- 2) Storage temperature
- 3) Channel temperature (type C and type D only)
- 4) Lead temperature (for soldering).

The detail specification may indicate those values within the table including the note.

| Parameters (Note)                                                          | Symbols | Min. | Max. | Unit |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|------|------|------|
|                                                                            |         |      |      |      |
| NOTE Where appropriate, in accordance with the type of circuit considered. |         |      |      |      |

#### 4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range)

They are not to be inspected but may be used for quality assessment purpose.

#### 4.5.1 Power supplies positive and/or negative values

#### 4.5.2 Initialization sequences (where appropriate)

If special initialization sequences are necessary, the power supply sequencing and the initialization procedure should be specified.

#### 4.5.3 Input voltage(s) (where appropriate)

#### 4.5.4 Output current(s) (where appropriate)

#### 4.5.5 Voltage and/or current of other terminal(s)

#### 4.5.6 External elements (where appropriate)

#### 4.5.7 Operating temperature range

## 4.6 Electrical characteristics

The characteristics shall apply over the full operating temperature range, unless otherwise specified.

Each characteristic of 4.6.1 and 4.6.2 should be stated, either

- a) over the specified range of operating temperatures, or
- b) at a temperature of 25 °C, and at maximum and minimum operating temperatures.

### 4.6.1 Static characteristics

The parameters should be specified corresponding to the type as follows.

| Parameters                   | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Types |   |   |   |
|------------------------------|------|-------------------|------|-------|---|---|---|
|                              |      |                   |      | A     | B | C | D |
| 4.6.1.1 Power supply current | +    | +                 | +    | +     | + | + | + |
| 4.6.1.2 Thermal resistance   |      |                   | +    |       |   | + | + |

<sup>a</sup> Optional

The detail specification may indicate those values within the table.

| Characteristics | Symbols | Conditions | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Unit |
|-----------------|---------|------------|------|-------------------|------|------|
|                 |         |            |      |                   |      |      |

<sup>a</sup> Optional

Each dynamic or a.c. electrical characteristic should be stated under specified electrical worst-case conditions with respect to the recommended range of supply voltages, as stated in 4.5.1.

| Parameters |                                                                                        | Min. | Max. | Types |   |   |                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|---|---|----------------|
|            |                                                                                        |      |      | A     | B | C | D              |
| 4.6.2.1    | Linear gain                                                                            | +    |      | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.2    | Linear gain flatness                                                                   |      | +    | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.3    | Power gain                                                                             | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.4    | Power gain flatness                                                                    |      | +    |       | + |   | +              |
| 4.6.2.5    | Gain reduction                                                                         | +    |      |       | + |   |                |
| 4.6.2.6    | Output power                                                                           | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.7    | Output power at 1 dB gain compression                                                  | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.8    | Limiting output power                                                                  | +    | +    |       |   | + |                |
| 4.6.2.9    | Limiting output power flatness                                                         |      | +    |       |   | + |                |
| 4.6.2.10   | Intermodulation distortion                                                             |      | +    |       |   | + | +              |
| 4.6.2.11   | Power at intercept point                                                               | +    |      |       |   | + | +              |
| 4.6.2.12   | Noise figure                                                                           |      | +    | +     |   |   |                |
| 4.6.2.13   | Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss)                      | +    |      | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.14   | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)                    | +    |      | +     | + |   | + <sup>b</sup> |
| 4.6.2.15   | Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation)                          | +    |      | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.16   | Conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation (where appropriate) |      | +    |       |   | + | +              |
| 4.6.2.17   | Group delay time (where appropriate)                                                   |      | +    |       | + | + | +              |
| 4.6.2.18   | Time constant for automatic gain control <sup>a</sup>                                  |      |      |       |   |   |                |
| 4.6.2.19   | Power added efficiency (where appropriate)                                             | +    |      |       |   |   | +              |
| 4.6.2.20   | <i>n</i> th order harmonic distortion ratio (where appropriate) (note 2)               |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.21   | Output noise power (where appropriate)                                                 |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.22   | Spurious intensity under specified load VSWR (where appropriate) (note 2)              |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.23   | Adjacent channel power ratio (where appropriate)                                       |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.24   | Load mismatch tolerance (where appropriate)                                            |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.25   | Source mismatch tolerance (where appropriate)                                          |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.26   | Load mismatch ruggedness (where appropriate)                                           |      | +    |       |   |   | +              |

NOTE 2 Generally expressed in dBc.

<sup>b</sup> Optional. For type D, the devices are sometimes required to specify under large signal operation instead of small signal operation. Although the definition is the same for both operating conditions, the different measuring method should be employed for the parameter under large signal operation from that under small signal operation.

The detail specification may indicate those values within the table.

| Characteristics       | Symbols | Conditions | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Unit |
|-----------------------|---------|------------|------|-------------------|------|------|
|                       |         |            |      |                   |      |      |
| <sup>a</sup> Optional |         |            |      |                   |      |      |

#### 4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data

Any specific mechanical and environmental ratings applicable should be stated (see also Subclause 5.10 and 5.11 of IEC 60747-1:2006, ~~Chapter VI, clause 7~~).

#### 4.8 Additional information

Where appropriate, the following information should be given.

##### 4.8.1 Equivalent input and output circuit

Detailed information should be given regarding the type of the input and output circuits; for example, input/output impedances, d.c. block, open-drain, etc.

##### 4.8.2 Internal protection

A statement should be given to indicate whether the integrated circuit contains internal protection against high static voltages or electrical fields.

##### 4.8.3 Capacitors at terminals

If capacitors for the input/output d.c. block are needed, these capacitances should be stated.

##### 4.8.4 Thermal resistance

##### 4.8.5 Interconnections to other types of circuit

Where appropriate, details of the interconnections to other circuits, for example, detector circuit for AGC, sense amplifiers, buffer, should be given.

##### 4.8.6 Effects of externally connected component(s)

Curves or data indicating the effect of externally connected component(s) that influence the characteristics may be given.

##### 4.8.7 Recommendations for any associated device(s)

For example, decoupling of power supply to a high-frequency device should be stated.

##### 4.8.8 Handling precautions

Where appropriate, handling precautions specific to the circuit should be stated (see also ~~IEC 60747-1, Chapter IX~~ IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2).



#### 4.8.9 Application data

#### 4.8.10 Other application information

#### 4.8.11 Date of issue of the data sheet

### 5 Measuring methods

#### 5.1 General

##### 5.1.1 Characteristic impedances

The input and output characteristic impedances of the measurement system, shown in the circuit in this standard, are 50  $\Omega$ . If they are not 50  $\Omega$ , they should be specified.

##### 5.1.2 General precautions

The general precautions listed in clause ~~2~~ 6.3, 6.4 and 6.6 of IEC 60747-1:2006, ~~Chapter VII, Section One~~ apply. In addition, special care should be taken to use low-ripple d.c. supplies and to decouple adequately all bias supply voltages at the frequency of measurement. Also special care about the load impedance of the test circuit should be taken to measure the output power.

The power levels are indicated by using the unit "dBm". The unit "dBm" expresses decibel referred to 1 mW.

##### 5.1.3 Handling precautions

When handling electrostatic-sensitive devices, the handling precautions given in ~~clause 1 of IEC 60747-1, Chapter IX~~ IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2, shall be observed.

##### 5.1.4 Types

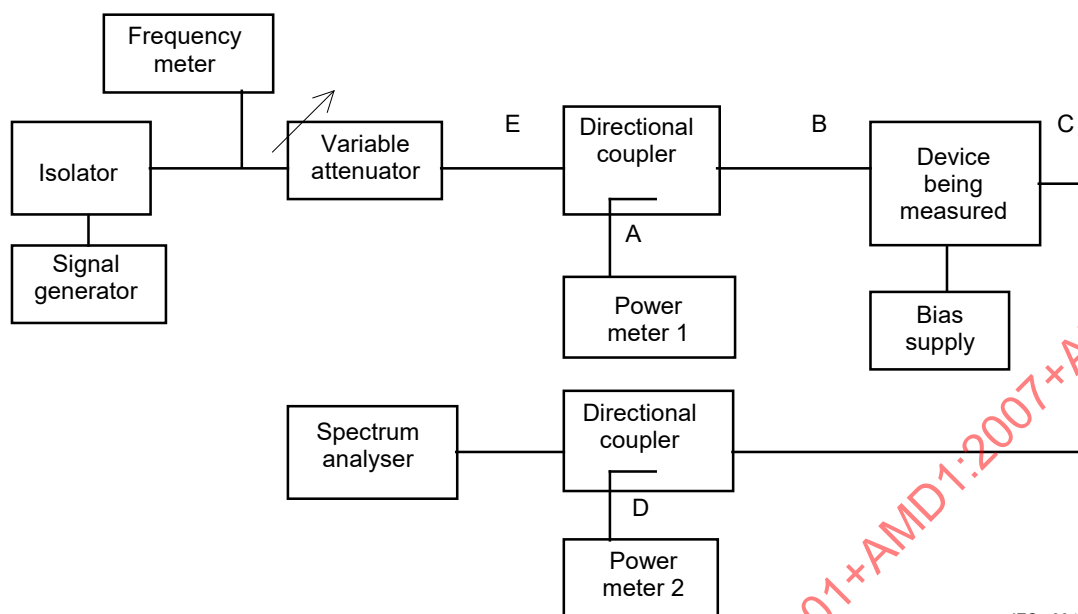
The devices in this standard are both package and chip types, measured using suitable test fixtures.

#### 5.2 Linear (power) gain ( $G_{lin}$ )

##### 5.2.1 Purpose

To measure the linear gain under specified conditions.

### 5.2.2 Circuit diagram



IEC 2246/01

Figure 1 – Circuit for the measurements of linear gain

### 5.2.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 1, the input power  $P_i$  and the output power  $P_o$  of the device being measured are derived from the following equations:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (1)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (2)$$

where  $P_1$  and  $P_2$  are the value indicated by the power meters 1 and 2, respectively.

$$L_1 = L_A - L_B$$

where  $L_A$  is the loss from point E to point A and  $L_B$  is the loss from point E to point B shown in figure 1, respectively.

$L_2$  is the circuit loss from point C to point D shown in figure 1.  $P_i$ ,  $P_o$ ,  $P_1$  and  $P_2$  are expressed in dBm.  $L_1$  and  $L_2$  are expressed in decibels.

Power gain  $G_p$  in dB is derived from equation (1) and (2) as follows:

$$G_p = P_o - P_i \quad (3)$$

The linear gain  $G_{lin}$  is the power gain measured in the region where the change of the output power in dBm is the same as that of the input power.

### 5.2.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

The circuit losses  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

### 5.2.5 Precautions to be observed

Oscillation, which is checked by a spectrum analyser, should be eliminated during these measurements. The termination must be capable of handling the power fed.

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to negligible.

### 5.2.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power is applied to the device being measured.

By varying input power, confirm that the change of the output power in dBm is the same as that of the input power.

The gain measured in the region where the change of output power is the same as that of input power is linear gain  $G_{lin}$ .

### 5.2.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency

## 5.3 Linear (power) gain flatness ( $\Delta G_{lin}$ )

### 5.3.1 Purpose

To measure the linear gain flatness under specified conditions.

### 5.3.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.3.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

Linear gain flatness is derived from the following equation.

$$\Delta G_{lin} = G_{linmax} - G_{linmin} \quad (4)$$

where  $G_{linmax}$  and  $G_{linmin}$  are maximum linear gain and minimum linear gain in the specified frequency band at the specified input power, respectively.

### 5.3.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.3.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.3.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power level is applied to the device being measured.

By varying input power level, confirm that the change of output power in dBm is the same as that of input power.

Decide the suitable input power level for measuring linear gain.

Vary the frequency in the specified frequency band with the same input power level.

Obtain the maximum linear gain  $G_{linmax}$  and the minimum linear gain  $G_{linmin}$  in the specified frequency band.

Linear gain flatness  $\Delta G_{lin}$  is derived from equation (4).

### 5.3.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band

## 5.4 Power gain ( $G_p$ )

### 5.4.1 Purpose

To measure the power gain under specified conditions.

### 5.4.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.4.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

### 5.4.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.4.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.4.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The specified input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

### 5.4.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

## 5.5 (Power) gain flatness ( $\Delta G_p$ )

### 5.5.1 Purpose

To measure the power gain flatness under specified conditions.

### 5.5.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.5.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

Power gain flatness is derived from the following equation.

$$\Delta G_p = G_{p\max} - G_{p\min} \quad (5)$$

where  $G_{p\max}$  and  $G_{p\min}$  are the maximum power gain and the minimum power gain in the specified frequency band at the specified input power, respectively.

### 5.5.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.5.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.5.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

The power gain is calculated by equation (3).

The frequency in the specified band is varied continuously with the same input power level.

Obtain the maximum power gain  $G_{p\max}$  and the minimum power gain  $G_{p\min}$  in the specified frequency band.

Power gain flatness is derived from equation (5).

### 5.5.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band
- Input power

## 5.6 (Maximum available) gain reduction ( $\Delta G_{\text{red}}$ )

### 5.6.1 Purpose

To measure the gain reduction of an AGC amplifier under specified conditions.

### 5.6.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1, where bias supply contains AGC bias.

### 5.6.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

### 5.6.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.6.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.6.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The AGC bias is set to specified values giving the maximum linear gain  $G_{\text{linmax}}$ .

An adequate input power is applied to the device being measured.

By varying input power, confirm the change of output power in dBm is the same as that of input power.

The gain, measured in the region where the change of output power is the same as that of input power, is maximum linear gain  $G_{\text{linmax}}$ .

The AGC bias is set to the specified value giving the minimum linear gain  $G_{\text{linmin}}$ .

The minimum linear gain  $G_{\text{linmin}}$  is measured in dB in the same way as above.

$$\Delta G_{\text{red}} = G_{\text{linmax}} - G_{\text{linmin}} \quad (6)$$

### 5.6.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- AGC bias giving the maximum linear gain and the minimum linear gain

## 5.7 Limiting output power ( $P_{\text{o(ltg)}}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{\text{o(ltg)}}$ )

~~Limiting output power flatness ( $\Delta P_{\text{o(ltg)}}$ )~~

### 5.7.1 Purpose

To measure the limiting output power and limiting output power flatness under specified conditions.

### 5.7.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.7.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

### 5.7.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.7.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.7.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

By varying the input power between the lower and upper limits of limiting range, find the minimum and maximum output powers ( $P_{o(ltg,min)}$  and  $P_{o(ltg,max)}$ ).

The limiting output power ( $P_{o(ltg)}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{o(ltg)}$ ) are derived from the following equations:

$$P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} \quad (7)$$

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)} \quad (8)$$

### 5.7.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Lower limit of limiting range
- Upper limit of limiting range

## 5.8 Output power ( $P_o$ )

### 5.8.1 Purpose

To measure the output power under specified conditions.

### 5.8.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.8.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

#### **5.8.4 Circuit description and requirements**

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### **5.8.5 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### **5.8.6 Measurement procedure**

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The specified bias conditions are applied.

The input power with the specified value is applied to the device being measured.

The output power is measured.

#### **5.8.7 Specified conditions**

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band
- Input power

### **5.9 Output power at 1 dB gain compression ( $P_{o(1dB)}$ )**

#### **5.9.1 Purpose**

To measure the output power at 1 dB gain compression under specified conditions.

#### **5.9.2 Circuit diagram**

See the circuit diagram shown in figure 1.

#### **5.9.3 Principle of measurement**

See the principle of measurements of 5.2.3.

The output power at 1 dB gain-compression  $P_{o(1dB)}$  is the value where the gain decreases by 1 dB compared with the linear gain.

#### **5.9.4 Circuit description and requirements**

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### **5.9.5 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### **5.9.6 Measurement procedure**

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power is applied to the device being measured.



By varying input power, confirm that the change of output power in decibels is the same as that of input power.

The gain, measured in the region where the change of output power in decibels is the same as that of input power, is linear gain  $G_{lin}$ .

The input power is increased up to the power at which the gain decreases by 1 dB, compared with linear gain  $G_{lin}$ .

The output power is measured at 1 dB gain compression point.

### 5.9.7 Specified conditions

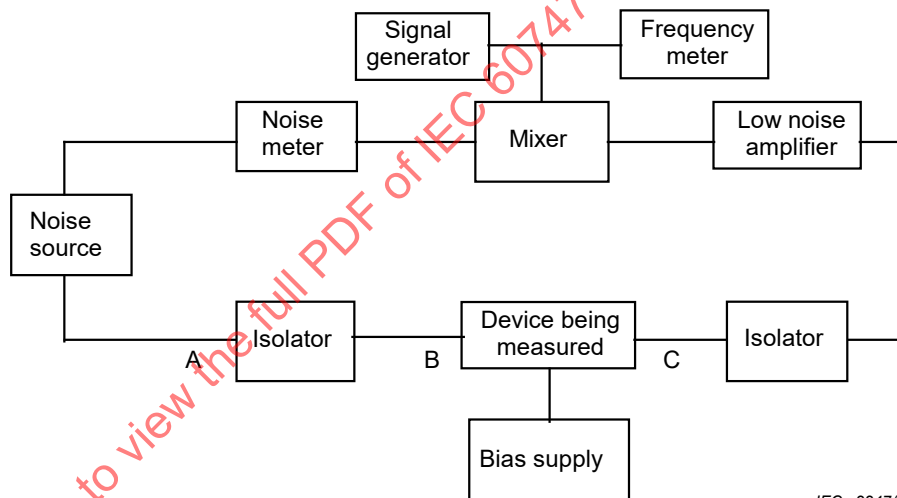
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency

## 5.10 Noise figure ( $F$ )

### 5.10.1 Purpose

To measure the noise figure under specified conditions.

### 5.10.2 Circuit diagram



IEC 2247/01

**Figure 2 – Basic circuit for the measurement of the noise figure**

### 5.10.3 Principle of measurement

The noise figure  $F$  of the device being measured is derived from the following equation:

$$F = 10 \log \left[ 10^{(F_{12} - L_1) / 10} - \frac{10^{(F_2 / 10)} - 1}{10^{(G_{lin} / 10)}} \right] \quad (9)$$

where

- $F_{12}$  is the overall noise figure;
- $L_1$  is the circuit loss from point A to B;
- $F_2$  is the noise figure after point C at the output stage;
- $G_{lin}$  is the linear gain of the device being measured;
- $F_{12}$ ,  $F_2$ ,  $G_{lin}$  and  $L_1$  are expressed in dB.

The noise figure measurement is carried out by using the hot and cold measurement method.

$F_{12}$ ,  $F_2$  and  $G_{lin}$  are calculated as follows.

$$F_{12} = 10 \log \left( \frac{10^{ENR/10}}{(P_{N1}/P_{N2}) - 1} \right) \quad (10)$$

$$F_2 = 10 \log \left( \frac{10^{ENR/10}}{(P_{N3}/P_{N4}) - 1} \right) \quad (11)$$

$$G_{lin} = 10 \log \left( \frac{P_{N1} - P_{N2}}{P_{N3} - P_{N4}} \right) \quad (12)$$

where

- $ENR$  is the excess noise ratio of the noise source expressed in decibels;
- $P_{N1}$  and  $P_{N2}$  in W, are the measured noise powers under the hot and cold state of the noise source, respectively;
- $P_{N3}$  and  $P_{N4}$  in W, are the measured noise powers under the hot and cold state of the noise source, respectively, in the case of directly connecting point A to C in figure 2.

The temperature of the measurement is 290 K.

#### 5.10.4 Circuit description and requirements

The circuit loss  $L_1$  should be measured beforehand.

#### 5.10.5 Precautions to be observed

The entire circuit must be shielded and earthed to prevent from undesired signals. For noise figure measurement under the SSB condition, careful attention must be paid to the image and other spurious responses which are generated by the mixer.

These spurious responses should be reduced to negligible.

#### 5.10.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified condition.

In order to measure the noise contribution of the measurement system, connect point A to C in figure 2 without the device being measured.

The noise power  $P_{N3}$  and  $P_{N4}$  corresponding to the noise source hot and cold, respectively, are measured.

The device being measured is inserted as shown in figure 2.

The bias under specified conditions is applied.

The noise power  $P_{N1}$  and  $P_{N2}$  corresponding to the noise source hot and cold, respectively, are measured.

The noise figure in decibels is calculated by equation (9).

NOTE Adjust to match the input and output impedance of the device being measured, when necessary.

### 5.10.7 Specified conditions

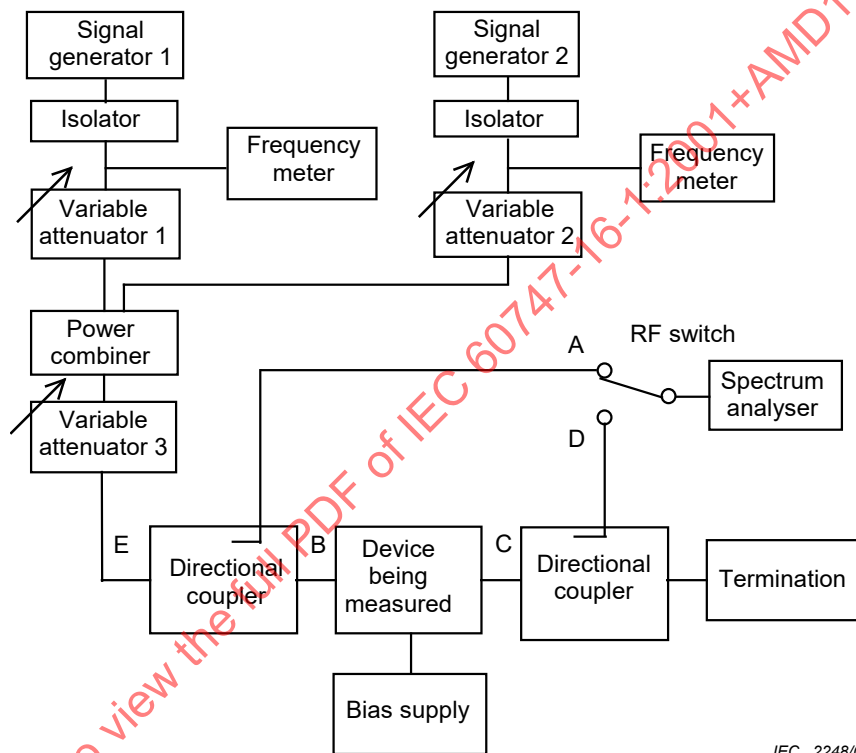
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Single-side band or double-side band

## 5.11 Intermodulation distortion (two-tone) ( $P_n/P_1$ )

### 5.11.1 Purpose

To measure the intermodulation distortion under specified conditions.

### 5.11.2 Circuit diagram



IEC 2248/01

Figure 3 – Basic circuit for the measurements of two-tone intermodulation distortion

### 5.11.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 3 the input power  $P_i$ , the output powers  $P_o$ ,  $P_1$  and  $P_n$  of the device being measured are derived from the following equations:

$$P_i = P_a + L_1 \quad (13)$$

$$P_o, P_1 = P_b + L_2 \quad (14)$$

$$P_n = P_c + L_2 \quad (15)$$

where

$P_o$ ,  $P_1$  and  $P_n$  are the ~~output~~ powers of the fundamental signal and the intermodulation distortion, respectively;

$P_a$ ,  $P_b$  and  $P_c$  are the values indicated by the spectrum analyser and corresponding to  $P_i$ ,  $P_o$ ,  $P_1$  and  $P_n$ , respectively.

$L_1$  is the difference between the loss  $L_A$  and  $L_B$  where  $L_A$  is the loss from point E to point A and  $L_B$  is the loss from point E to point B shown in Figure 3, respectively.  $L_2$  is the circuit loss from point C to point D shown in figure 3.  $P_i$ ,  $P_e$ ,  $P_1$ ,  $P_n$ ,  $P_a$ ,  $P_b$  and  $P_c$  are expressed in dBm.  $L_1$  and  $L_2$  are expressed in decibels.

The intermodulation distortion,  $P_n/P_1$ , which is expressed in dBc, is derived from Equations (14) and (15) as follows:

$$P_n/P_1 = P_n - P_e - P_1 = P_c - P_b \quad (16)$$

#### 5.11.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

The variable attenuator 3 can be eliminated.

#### 5.11.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

It is better to terminate the port D, when the switch is connected to the position A, and vice versa.

#### 5.11.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is applied.

The switch is connected to position A.

The signal generator 1 is turned on, and the fundamental signal is applied to the device being measured with the specified level  $P_i$  using the spectrum analyser and the variable attenuator 1.

The signal generator 2 is turned on, and another signal is added to the device being measured with the same level as the fundamental signal using the spectrum analyser and the variable attenuator 2.

The switch is connected to position D.

The output powers  $P_b$  and  $P_c$  in dB of the fundamental signal and the intermodulation products are measured using the spectrum analyser.

The intermodulation distortion on the specified input power  $P_i$  is derived from the equations (13) to (16).

#### 5.11.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequencies

### 5.12 Power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_{n(IP)}$ )

#### 5.12.1 Purpose

To measure the power at the intercept point for intermodulation products under specified conditions.

### 5.12.2 Circuit diagram

See the circuit diagram of 5.11.2.

### 5.12.3 Principle of measurement

Refer the principle of measurements of 5.11.3.

### 5.12.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.11.4.

### 5.12.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.11.5.

### 5.12.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is applied.

The switch is connected to position A.

The signal generator 1 is turned on, and the fundamental signal is applied to the device being measured with the specified level using the spectrum analyser and the variable attenuator 1.

The signal generator 2 is turned on, and another signal is applied to the device being measured with the same level as the fundamental signal using the spectrum analyser and the variable attenuator 2.

The switch is connected to position D.

The output powers of the fundamental signal and the specified intermodulation products are measured using the spectrum analyser.

Changing the power level of the input signals using the variable attenuator 3, the above procedure is repeated within the specified range.

The data obtained are plotted.

The straight lines of the fundamental signal and the inter-modulation products in the linear region are extended.

The output power at the intercept point of the two extended lines is the power at the intercept point for the intermodulation products, i.e. second order, third order etc., under the specified conditions required in 5.12.7.

### 5.12.7 Specified conditions

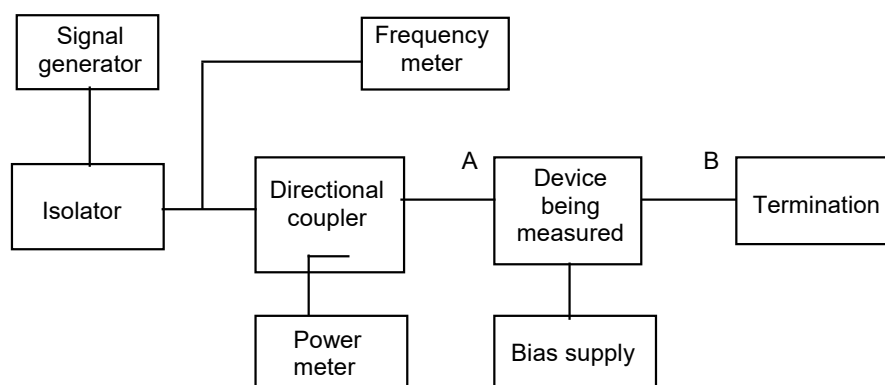
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequencies
- Range of input power

## 5.13 Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) ( $|S_{11}|$ )

### 5.13.1 Purpose

To measure the magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) under specified conditions.

### 5.13.2 Circuit diagram



**Figure 4 – Circuit for the measurements of magnitude of input/output reflection coefficient (input/output return loss)**

NOTE A network analyser may be used to measure the magnitude of the reflection coefficient (input/output return loss).

### 5.13.3 Principle of measurement

In this measurement, the magnitude of the reflection coefficient is expressed in return loss, which is commonly in use. Thus, the sign of the return loss is opposite to that of the magnitude of the reflection coefficient in decibels.

The input return loss is derived from the following equation:

$$-10 \log |S_{11}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (17)$$

where

$P_1$  is the measured power when the line at point A is either short-circuited or made open-circuit;

$P_2$  is the measured power when the device being measured is inserted.

### 5.13.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant, irrespective of impedance mismatches at its input.

The input port of the device being measured is connected to directional coupler, and other r.f. ports are connected to the termination.

The directivity of the directional coupler shall be sufficient to avoid undue error in the value of the return loss of the device being measured.

### 5.13.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

### 5.13.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

Points A and B are disconnected.

The line at point A is either short-circuited or made open-circuit.

The reading of the power meter is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The reading of the power meter is again recorded as  $P_2$ .

The input return loss is calculated by the equation (17).

### 5.13.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

### 5.14 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) $(|s_{22}|)$

The definition of the parameter of the magnitude of the output reflection coefficient  $|s_{22}|$  is the only one for all the operating condition of the devices; however, it is necessary to apply the different measuring methods according to the operating conditions. Note that the value of  $|s_{22}|$  depends on the operating output power level.

The method described in 5.14.1 is for the measurement under the small-signal operating condition, whereas 5.14.2 is the measuring method for the large-signal operating condition.

#### 5.14.1 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under small-signal operating condition

##### 5.14.1.1 Purpose

To measure the magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under specified small-signal conditions.

##### 5.14.1.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 4.

##### 5.14.1.3 Principle of measurement

See the principle of measurements in 5.13.3.

The output return loss is derived from the following equation:

$$|s_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (18)$$

where

$P_1$  is the measured power when the line at point A is either short-circuited or made open-circuit;

$P_2$  is the measured power when the device being measured is inserted.

##### 5.14.1.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

The output port of the device being measured is connected to directional coupler, and other r.f. ports are connected to the termination.

The directivity of the directional coupler shall be sufficient to avoid undue error in value of the return loss of the device being measured.

#### 5.14.1.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

#### 5.14.1.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

Points A and B are disconnected.

The line at point A is either short-circuited or made open-circuit.

The reading of the power meter is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The reading of the power meter is again recorded as  $P_2$ .

The output return loss is calculated by the equation (18).

#### 5.14.1.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

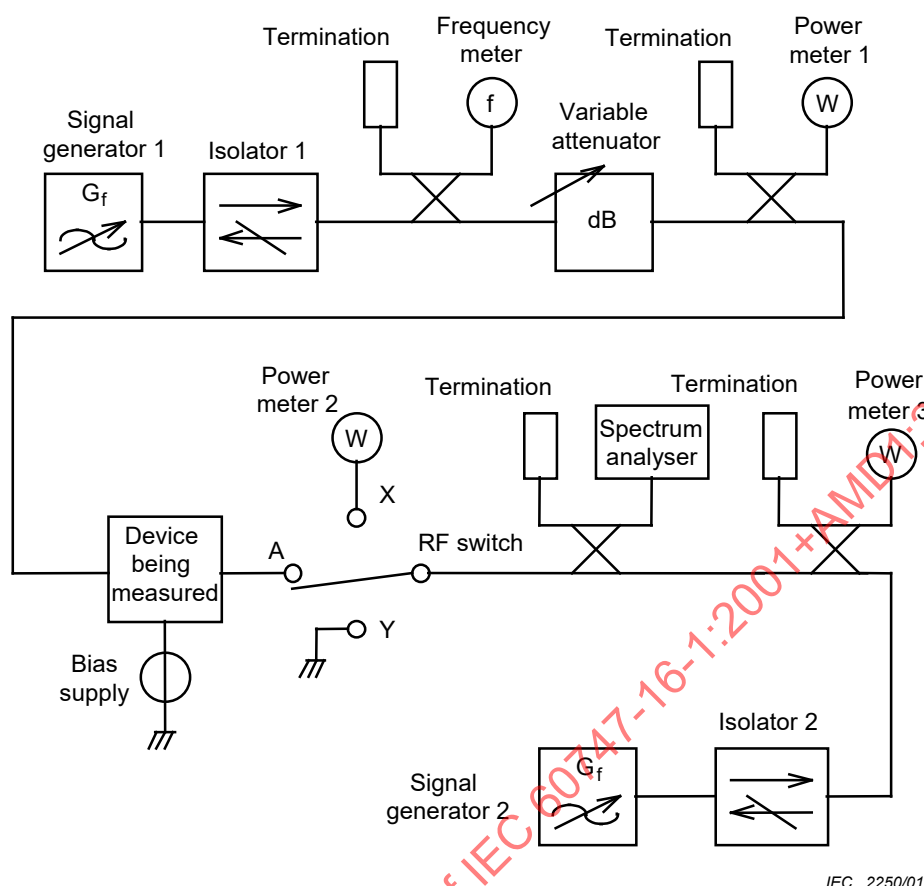
### 5.14.2 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under large-signal operating condition

#### 5.14.2.1 Purpose

To measure the magnitude of the output reflection coefficient (output return loss  $-20 \log |S_{22}|$ ) under the specified large-signal operation.



### 5.14.2.2 Circuit diagram



IEC 2250/01

**Figure 5 – Circuit for the measurement of output reflection coefficient**

### 5.14.2.3 Principle of measurement

See the principle of measurements in 5.13.3.

The output return loss is derived from following equation:

$$-s_{22} + |S_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (19)$$

where

$P_1$  is the value indicated on the spectrum analyser when the r.f. switch is turned to Y, in dBm;

$P_2$  is the value indicated on the spectrum analyser when the r.f. switch is turned to A, in dBm.

### 5.14.2.4 Circuit description and requirements

The purposes of the isolators are to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatched at its input.

The signal generator 1 supplies specified power to the device being measured, and the generator 2 is signal source to measure the output reflection coefficient  $-s_{22}$ .

### 5.14.2.5 Precautions to be observed

Oscillation, which is checked by spectrum analyser, should be eliminated during measurement.

Harmonics or spurious responses of the signal generators should be reduced to be negligible.

Separate the frequency of signal generator 1 ( $f_1$ ) and generator 2 ( $f_2$ ) within the negligible of the frequency response of the device being measured.

#### 5.14.2.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator 1 for input signal should be set to the specified value ( $f_1$ ).

The frequency of the signal generator 2 for output reflection signal should be set to the specified value ( $f_2$ ).

The r.f. switch is turned to X.

The power of signal generator 2 should be adjusted 20 dB less than the specified output power of the device being measured.

The r.f. switch is turned to Y.

The indicated power on the spectrum analyser should be recorded ( $P_1$ ).

The r.f. switch is turned to A.

The biases under specified conditions are applied.

The specified power should be applied to the device being measured.

Record the indicated power on the spectrum analyser ( $P_2$ ).

The output reflection coefficient  $\Gamma_{22}$  is calculated from equation (19).

#### 5.14.2.7 Specified conditions

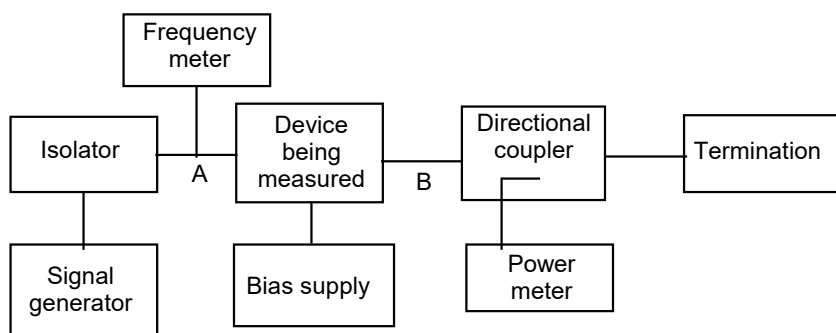
- Ambient temperature or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequencies
- Input power
- Output power

### 5.15 Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) ( $|S_{12}|$ )

#### 5.15.1 Purpose

To measure the magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) under specified conditions.

### 5.15.2 Circuit diagram



IEC 2251/01

**Figure 6 – Circuit for the measurement of isolation**

NOTE A network analyser can also be used to measure the magnitude of the isolation.

### 5.15.3 Principle of measurement

The output port of the device being measured is connected to the isolator, and the input port is connected to the termination.

The input power at point A is  $P_1$  and output power at point B is  $P_2$ .

The isolation is derived from equation (20) as follows:

$$|S_{12}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (20)$$

### 5.15.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its output ports.

The output port of the device being measured is connected to isolator, and input port is connected to the termination.

The dynamic range of the power meter shall be large in comparison to the reverse transmission coefficient of the device under measurement.

### 5.15.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

### 5.15.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

Points A and B are connected without inserting the device being measured.

The reading of the input power indicated by meters is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is then inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The output power now recorded by the meter is noted as  $P_2$ .

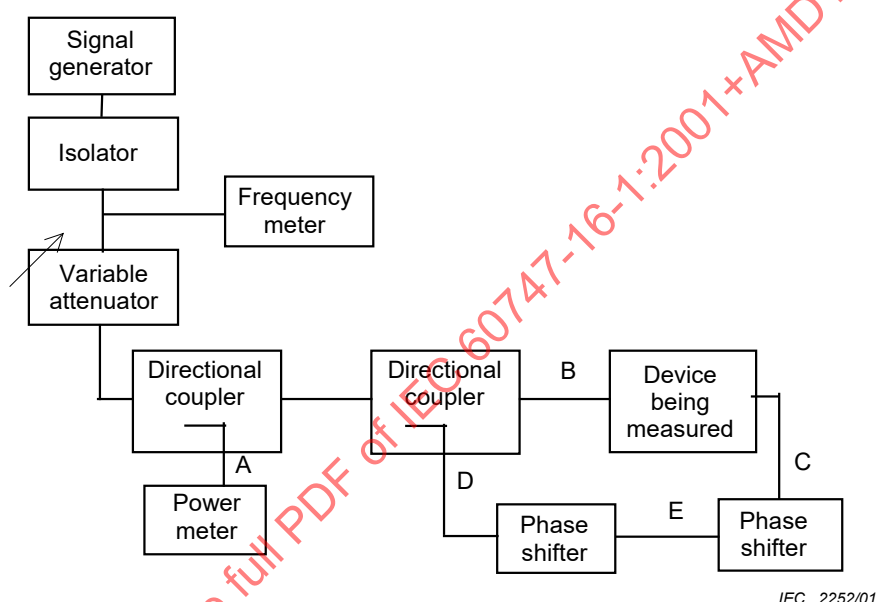
The reverse transmission coefficient is derived from the equation (20).

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

### 5.16.1 Purpose

To measure the conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation under specified conditions.

### 5.16.2 Circuit diagram



**Figure 7 – Basic circuit for the measurement of  $\alpha_{(AM-PM)}$**

NOTE A network analyser can also be used to measure the conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation.

### 5.16.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 7, the input power  $P_i$  is derived from the following equation:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (21)$$

where

$P_1$  is the value indicated by the power meter;

$L_1$  is the circuit loss from point A to point B shown in figure 7.

The output signal-phase  $\phi_0$  in the circuit diagram is derived from the following equation:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (22)$$

where

$\phi_1, \phi_2$  are the phase differences from point B to point C and from point D to point E shown in figure 7 at the specified input power  $P_i$ , respectively.

$P_i$ ,  $P_1$  are expressed in dBm.  $L_1$  is expressed in decibels.  $\phi_0$ ,  $\phi_1$ , and  $\phi_2$  are expressed in degrees.

The conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation is derived from equations (21) and (22) as follows:

$$\alpha_{(AM-PM)} = \Delta\phi_0/\Delta P_1 \quad (23)$$

where

$\Delta P_1$  is the input power change according to the modulation of variable attenuator;

$\Delta\phi_0$  is the signal-phase deviation corresponding to the change of input power.

#### 5.16.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

It is better that the through-circuitry signal phase is measured beforehand and the phase shifter shown in figure 7 adjusted to  $\phi_0 = 0$  for the convenience of the deviation calculation, before installing the device being measured.

#### 5.16.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

Harmonics or spurious responses of the signal generator and the device being measured should be reduced to a negligible level.

#### 5.16.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

A specified input power is applied to the device being measured.

Measure the signal-phase  $\phi_1$  and  $\phi_2$ , then calculate  $\phi_0$  according to the equation (22).

By increasing input power, measure and calculate another  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , and  $\phi_0$ .

Conversion coefficient:  $\alpha_{(AM-PM)}$  is determined from the equation (23) at the specified input power.

#### 5.16.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequency
- Increment of input power

### 5.17 Group delay time ( $t_{d(grp)}$ )

#### 5.17.1 Purpose

To measure the group delay time under specified conditions.

### 5.17.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 7.

NOTE A network analyser can also be used to measure the group delay time.

### 5.17.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 7, the output signal-phase  $\phi_0$  is derived from the following equation:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (24)$$

where

$\phi_1$ ,  $\phi_2$  are the phase differences from point B to point C and from point D to point E at the specified input signal angular frequency  $\omega$ , respectively;

$\phi_0$ ,  $\phi_1$  and  $\phi_2$  are expressed in radians;

$\omega$  is expressed in radians/second.

The group delay time is derived from equation (24) as follows:

$$t_{d(\text{grp})} = -\Delta\phi_0/\Delta\omega \quad (25)$$

where

$\Delta\omega$  is the change of input signal angular frequency;

$\Delta\phi_0$  is the signal-phase deviation corresponding to the change of input frequency.

### 5.17.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The through-circuitry signal phase should be measured beforehand and the phase shifter shown in figure 7 adjusted to  $\phi_0 = 0$  before installing the device being measured.

### 5.17.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.16.5.

### 5.17.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

A specified input power is applied to the device being measured.

Measure the signal-phase  $\phi_1$  and  $\phi_2$ , then calculate  $\phi_0$  according to equation (24).

By increasing input frequency, measure and calculate another  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , and  $\phi_0$ .

Group delay time:  $t_{d(\text{grp})}$  is determined from the equation (25) at the specified input angular frequency.

### 5.17.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequency

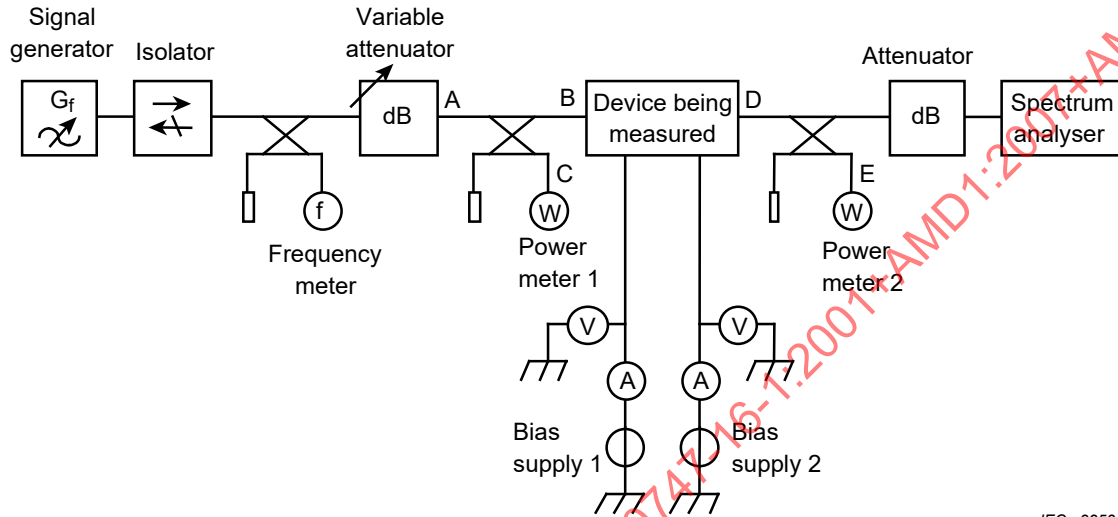
– Increment of input frequency

## 5.18 Power added efficiency ( $\eta_{\text{add}}$ )

### 5.18.1 Purpose

To measure the power added efficiency under specified conditions.

### 5.18.2 Circuit diagram



IEC 2253/01

Figure 8 – Circuit for the measurement of the power added efficiency

### 5.18.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 8, input power  $P_i$  and output power  $P_o$  in dBm are derived from equations:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (26)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (27)$$

where

$P_1$  is the value indicated by the power meter 1, in dBm;

$P_2$  is the value indicated by the power meter 2, in dBm;

$L_1$  is the loss from point A to point B, in dB – (loss from point A to point C, in dB);

$L_2$  is the loss from point D to point E, in dB.

Power added efficiency  $\eta_{\text{add}}$  is derived from equation:

$$\eta_{\text{add}} = \frac{(10^{P_o/10} - 10^{P_i/10})/1000}{|V_1 \cdot I_1| + |V_2 \cdot I_2|} \quad (28)$$

where

$V_1$  is the d.c. voltage, in V, applied to the device by the bias supply 1;

$I_1$  is the d.c. current, in A, supplied to the device by the bias supply 1;

$V_2$  is the control d.c. voltage, in V, applied to the device by the bias supply 2;

$I_2$  is the control d.c. current, in A, supplied to the device by the bias supply 2.

NOTE 1 Power added efficiency is normally expressed as a percentage; i.e.  $100 \times \eta_{\text{add}}$  from the equation (28).

NOTE 2 Sometimes  $P_i$  is neglected in the equation (28) because it is usually much smaller than  $P_o$ .

#### 5.18.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for the gain control of the device being measured.  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

#### 5.18.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by spectrum analyser. Oscillation should be eliminated during these measurements. Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

#### 5.18.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions are applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

DC bias currents and voltages are measured.

The power added efficiency  $\eta_{add}$  is calculated from equation (28).

#### 5.18.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Output power

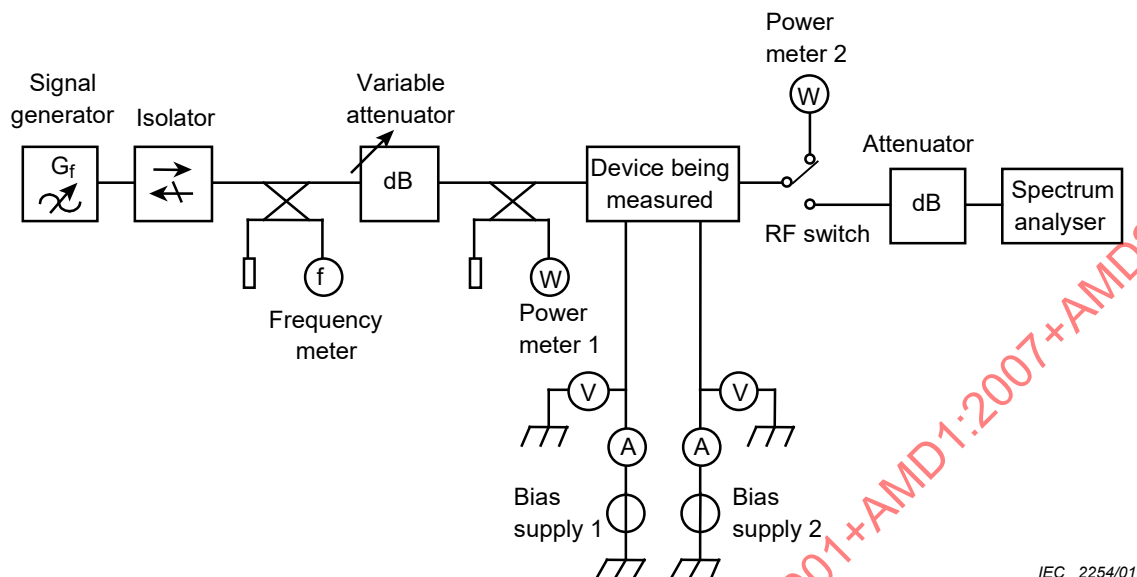
### 5.19 $n$ th order harmonic distortion ratio ( $P_{nth}/P_1$ )

#### 5.19.1 Purpose

To measure the  $n$ th order harmonic distortion ratio  $P_{nth}/P_1$  under specified conditions.



### 5.19.2 Circuit diagram



IEC 2254/01

**Figure 9 – Circuit for the measurements of the  $n$ th order harmonic distortion ratio**

### 5.19.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 9,  $n$ th order harmonic distortion ratio  $P_{nth}/P_1$  are derived from Equation (29):

$$P_{nth}/P_1 = P_{nth} - P_1 \text{ (dBc)} \quad (29)$$

where

$P_1$  is the power of the fundamental frequency measured by the spectrum analyser in dBm;

$P_{nth}$  is the power of the  $n$ th order harmonic component measured by the spectrum analyser in dBm.

### 5.19.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for the gain control of the device being measured.

### 5.19.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by spectrum analyser.

Oscillation should be eliminated during these measurements.

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

### 5.19.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias  $V_1$  or  $I_1$  under specified conditions is applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

The power of the fundamental frequency  $P_1$  and the power of the  $n$ th order harmonic component  $P_{nth}$  are measured by spectrum analyser.

The  $n$ th order harmonic distortion ratio  $\frac{P_{nth}}{P_1}$  is calculated from equation (29).

### 5.19.7 Specified conditions

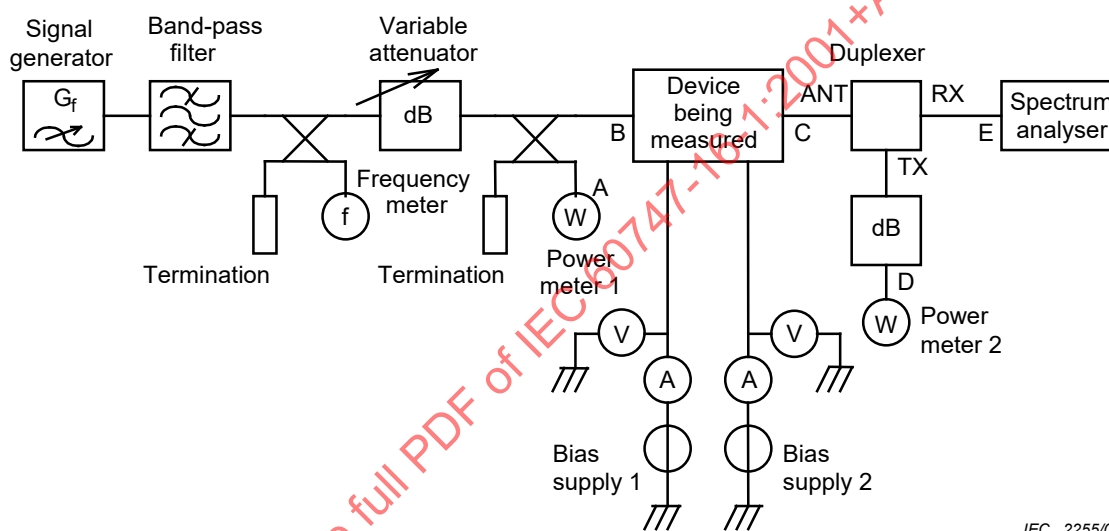
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency (fundamental)
- Input power
- Output power

### 5.20 Output noise power ( $P_N$ )

### 5.20.1 Purpose

To measure the output noise power under specified conditions.

### 5.20.2 Circuit diagram



**Figure 10 – Circuit diagram for the measurement of the output noise power**

### 5.20.3 Principle of measurement

Output noise power  $P_N$  is the maximum output noise power delivered from the device being measured within the specified frequency range of noise measurement under the condition that the specified input power of the specified frequency  $P_i$  is applied and specified output power  $P_o$  is derived.

In the circuit diagram shown in figure 10  $P_i$ ,  $P_o$ , and  $P_N$  are obtained by following equations:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (30)$$

$$P_0 = P_2 - L_2 \quad (31)$$

$$P_N = P_3 - L_3 \quad (32)$$

where

$P_1$  is the value indicated by power meter 1, in dBm;

$P_2$  is the value indicated by power meter 2, in dBm;

$P_3$  is the maximum value measured by the spectrum analyser in the specified frequency range for noise power measurement;

- $L_1$  is (the power at point A, in dBm) – (the power at point B, in dBm) for the fundamental frequency;
- $L_2$  is (the power at point C, in dBm) – (the power at point D, in dBm) for the fundamental frequency;
- $L_3$  is (the power at point C, in dBm) – (the power at point E, in dBm) for the noise power measurement frequency.

#### 5.20.4 Circuit description and requirements

The pass band of band-pass filter is the fundamental frequency band (the frequency band for transmission) and the stop band is the noise power measurement frequency (the frequency band for reception). It should be inserted to reduce the noise from the signal generator.

ANT-TX path of duplexer passes the fundamental frequency signal and stops the noise power measurement frequency signal, and ANT-RX path passes the noise power measurement frequency signal and stops the fundamental frequency signal. The purpose of the duplexer is to prevent the spectrum analyser from saturation by the fundamental frequency signal.

Bias supply 2 is for gain control of the device being measured.

$L_1$ ,  $L_2$ , and  $L_3$  should be measured beforehand.

#### 5.20.5 Precautions to be observed

Oscillation should be eliminated during the measurement. Harmonics and spurious response of the signal generator should be reduced to negligible.

In order to enhance the sensitivity of the spectrum analyser if necessary, the amplifier is inserted between the duplexer and the spectrum analyser. The noise from the inserted amplifier should be negligibly small.

#### 5.20.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The biases under specified conditions are applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

The maximum power in the specified noise measurement frequency band is measured by the spectrum analyser.

The noise power  $P_N$  is calculated from equation (32)

#### 5.20.7 Specified conditions

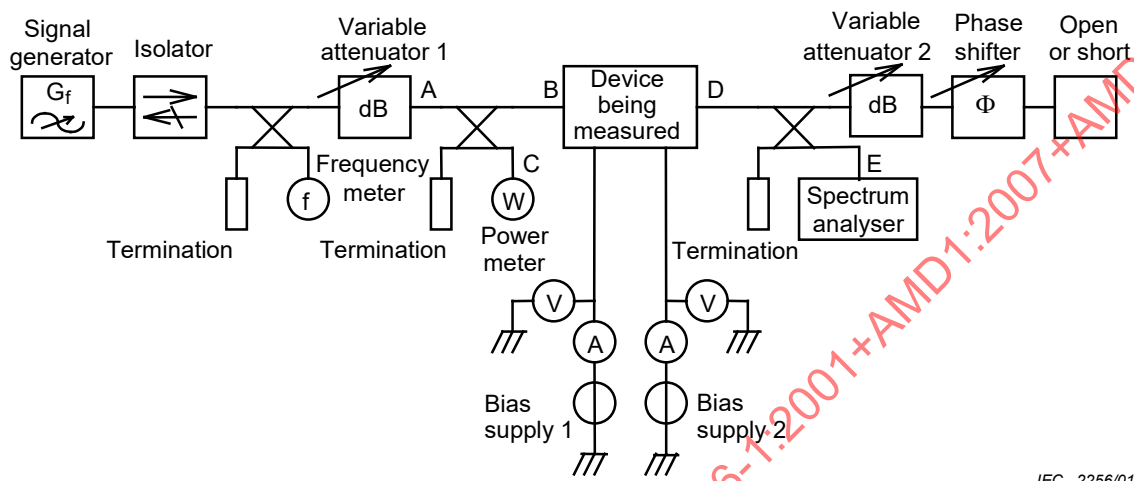
- Ambient or reference point temperature
- Bias conditions
- Fundamental frequency
- Frequency band of noise measurement
- Input power
- Output power

## 5.21 Spurious intensity under specified load VSWR ( $P_{sp}/P_o$ )

### 5.21.1 Purpose

To measure the spurious intensity under specified load VSWR to determine the stability under specified conditions.

### 5.21.2 Circuit diagram



IEC 2256/01

Figure 11 – Circuit diagram for the measurement of the spurious intensity

### 5.21.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 11, the output power  $P_o$  and the spurious output power  $P_{sp}$  are derived as follows:

$$P_o = P_1 - L_1 \quad (33)$$

$$P_{sp} = P_2 - L_2 \quad (34)$$

where  $P_1$  is the value of the fundamental output indicated by the spectrum analyser in dBm,  $P_2$  the value of the spurious output of the maximum power, except harmonic components, indicated by the spectrum analyser in dBm, and  $L_1$  and  $L_2$  are the circuit losses from point D to point E, in dB, at the frequency of  $P_1$ , at the frequency of  $P_2$ , respectively.

The spurious intensity  $P_{sp}/P_o$  in ~~dBm~~ dBc is defined as follows:

$$P_{sp}/P_o = P_{sp} - P_o \quad (35)$$

### 5.21.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for gain control of the device being measured.

The variable attenuator 2 should be adjusted to get the specified load VSWR at point D beforehand.

$L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

### 5.21.5 Precautions to be observed

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

Oscillation will occur at the out-of-band frequency of the directional coupler.

#### 5.21.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The specified input power is applied.

By varying the phase of the phase shifter through the specified phase range, find the maximum spurious output  $P_{sp}$ .

While keeping the phase, measure the power of the fundamental frequency  $P_1$  and the power of the spurious output  $P_{sp}$  with the spectrum analyser.

The spurious intensity  $P_{sp}/P_e$  is calculated from equation (35).

#### 5.21.7 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Bias conditions
- Input frequency
- Input power
- Load VSWR
- Phase variation range of load

### 5.22 Adjacent channel power ratio ( $P_{adj}/P_{o(mod)}$ )

#### 5.22.1 Purpose

To measure the adjacent channel power ratio under the specified conditions.

### 5.22.2 Circuit diagram

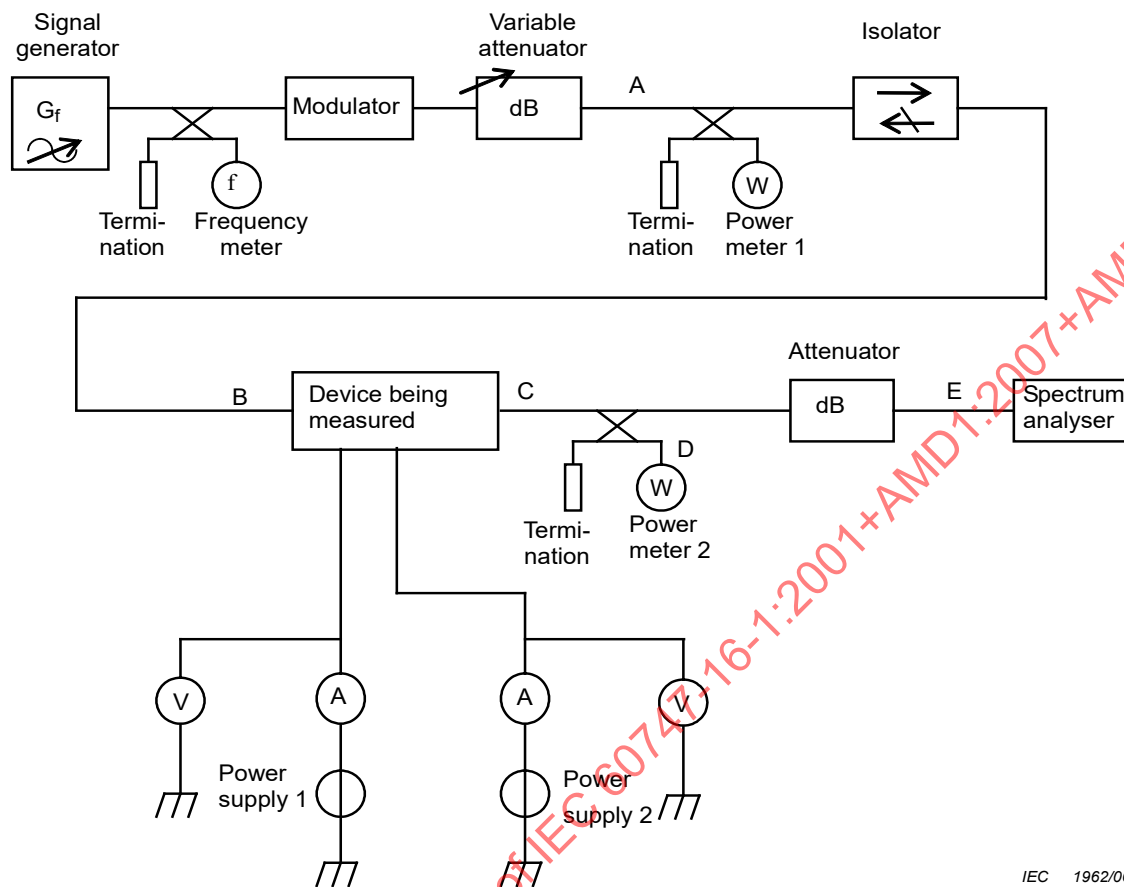


Figure 12 – Circuit for the measurement of the adjacent channel power ratio

### 5.22.3 Principle of measurement

Under the condition that the modulated signal is supplied for the device being measured in order to get the specified output power ( $P_o$ ),  $P_{adj}$  is the total output power in the specified bandwidth at the specified frequency away from the carrier signal, and  $P_{o(mod)}$  is the total output power in the specified bandwidth at the carrier signal. Adjacent channel power ratio  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  is the ratio of  $P_{adj}$  to  $P_{o(mod)}$ . The adjacent channels are in both the upper side band and lower side band of the carrier. The modulation signal is the carrier signal modulated with the standard test signal having the same rate as the specified code transmission rate.

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  in dBc is given as the following equations in the circuit of Figure 12.

$$P_o = P_1 + L_1 \quad (36)$$

$$P_{o(mod)} = P_2 + L_2 \quad (37)$$

$$P_{adj} = P_3 + L_2 \quad (38)$$

$$P_{adj}/P_{o(mod)} = P_{adj} - P_{o(mod)} = P_3 - P_2 \quad (39)$$

where

- $P_1$  is the value indicated by the power meter 2;
- $P_2$  is the value of total power in the specified bandwidth at the carrier signal indicated by the spectrum analyser;
- $P_3$  is the value of total output power in the specified channel bandwidth at the specified frequency that is equal to the channel spacing away from the carrier signal indicated by the spectrum analyser;

$L_1$  is the power at point C in dBm, less the power at point D in dBm;

$L_2$  is the power at point C in dBm, less the power at point E in dBm.

$P_o$ ,  $P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  and  $P_3$  are expressed in dBm;

$L_1$  and  $L_2$  are expressed in dB;

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  is expressed in dBc.

#### 5.22.4 Circuit description and requirement

The circuit losses  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

#### 5.22.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by the spectrum analyser. Oscillation should be eliminated during these measurements. Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced so as to be negligible. An adequate attenuator should be inserted at the input of the spectrum analyser when the output power is high.

#### 5.22.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator shall be set to the specified value.

The bias conditions shall be applied to the device being measured.

An adequate input power shall be applied to the device being measured.

The following items of the modulator are set to the specified values according to the standard code of the test signal: modulation method, signal transmission rate and modulation bandwidth.

The following items of the spectrum analyser are set to the specified values: carrier frequency, sweep range, resolution bandwidth, video bandwidth, number of sampling and sweep time.

The value of  $P_1$  is measured at the power meter 1.

Output power of the device being measured  $P_o$  is calculated from Equation (36).

By adjusting the variable attenuator,  $P_o$  is set to the specified value.

The channel spacing and the channel bandwidth are set to the specified values.

The values of  $P_2$  and  $P_3$  are measured at the spectrum analyser.

$P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$  are calculated from Equations (37) and (38).

Adjacent channel power ratio  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  is calculated from Equation (39).

NOTE The display of the spectrum analyser is set to maximum hold mode. The detection mode of the spectrum analyser is set to positive peak mode.

#### 5.22.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency (carrier frequency)
- Output power
- Standard code of the test signal:

- channel spacing
  - channel bandwidth
  - modulation method
  - signal transmission rate
  - modulation bandwidth
- Spectrum analyser:
- sweep range
  - resolution bandwidth
    - \* video bandwidth of a spectrum analyser
    - \* sampling numbers of a spectrum analyser
    - \* sweep time of a spectrum analyser

## 6 Verifying methods

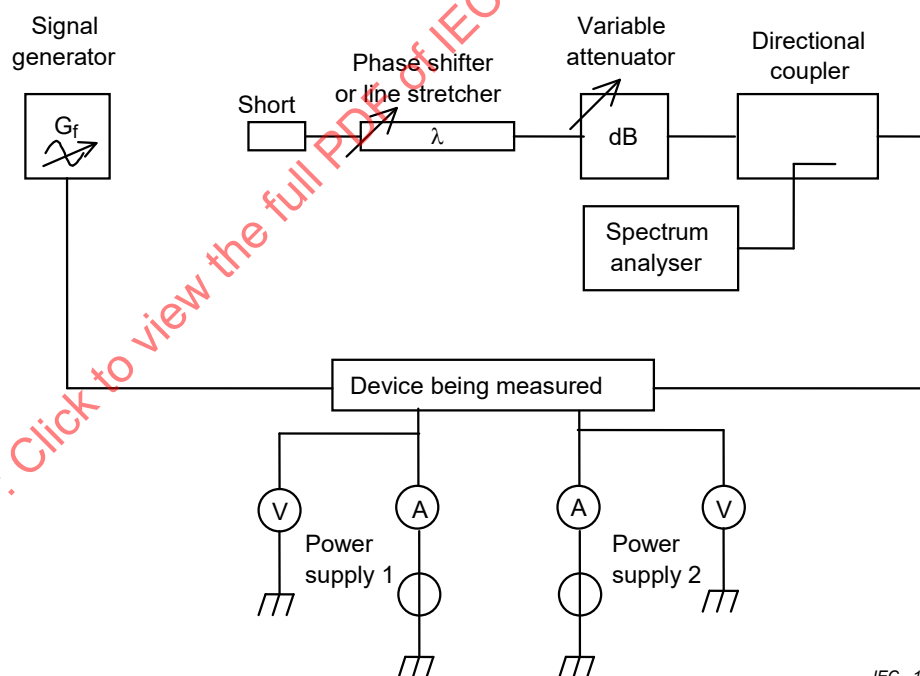
### 6.1 Load mismatch tolerance ( $\Psi_L$ )

#### 6.1.1 Purpose

To verify the load mismatch tolerance under specified conditions.

#### 6.1.2 Verification of method 1 (spurious intensity)

##### 6.1.2.1 Circuit diagram



IEC 1963/06

**Figure 13 – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 1**

##### 6.1.2.2 Circuit description and requirements

The signal generator shall be capable of operating within the specified frequency band. The signal generator shall have stable characteristics above noise floor with no oscillation and no



spurious intensity. The noise floor should be smaller than specified level from the output power. The signal generator must generate specified modulation signal.

The spectrum analyser shall be capable of operating within specified frequency range for checking no oscillation and no spurious intensity. The spectrum analyser shall have a specified dynamic range.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

#### **6.1.2.3 Precautions to be observed**

Noise floor or spurious responses of the signal generator shall be reduced so as to be negligible at the VSWR and less than the specified one.

The VSWR shall be kept constant at all phase conditions of the phase shifter.

#### **6.1.2.4 Test procedure**

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The modulation of the signal generator is set to the specified condition.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

Verification that there is no oscillation or spurious intensity less than the specified condition is confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

NOTE Instead of the line stretcher, a slide screw tuner can be used. An automatic stub-tuner or an electronic tuner is also used for convenience to enable the specified VSWR. The demerit of the tuners is that phase condition is discrete and cannot be swept continuously.

#### **6.1.2.5 Specified conditions**

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Modulation of the input signal
- Input power
- Spurious

### 6.1.3 Verification of method 2 (no discontinuity of the frequency response)

#### 6.1.3.1 Circuit diagram

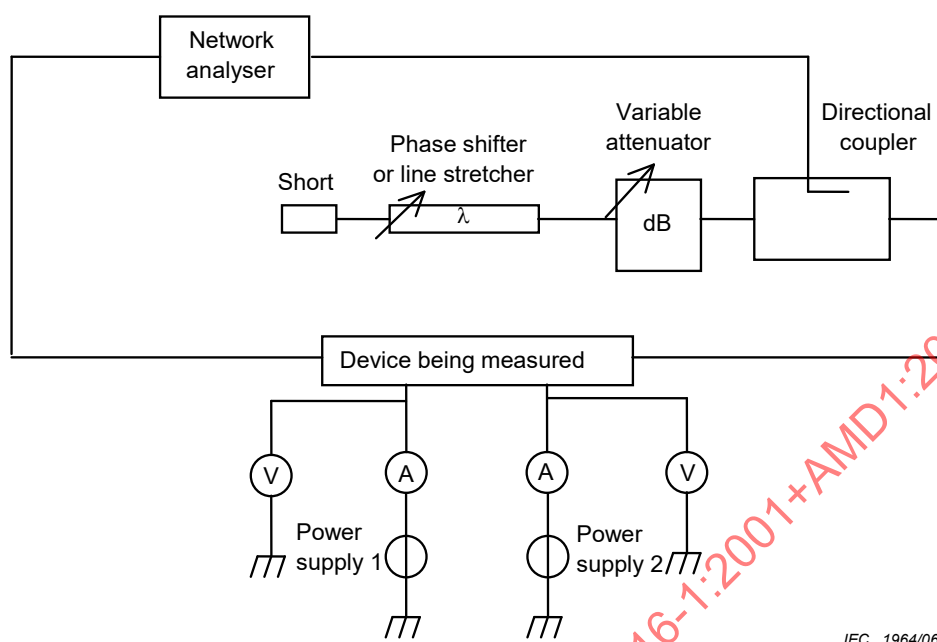


Figure 14 – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 2

#### 6.1.3.2 Circuit description and requirements

The network analyser shall be capable of operating within specified frequency-band.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

#### 6.1.3.3 Precautions to be observed

The VSWR shall be kept constant at all phase conditions of the phase shifter.

#### 6.1.3.4 Test procedure

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The sweep frequency range of the network analyser is set to the specified value.

The power level of the network analyser is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

No discontinuity of the frequency response is confirmed by using the network analyser at all phase angles.

### 6.1.3.5 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency range of the input signal
- Input power

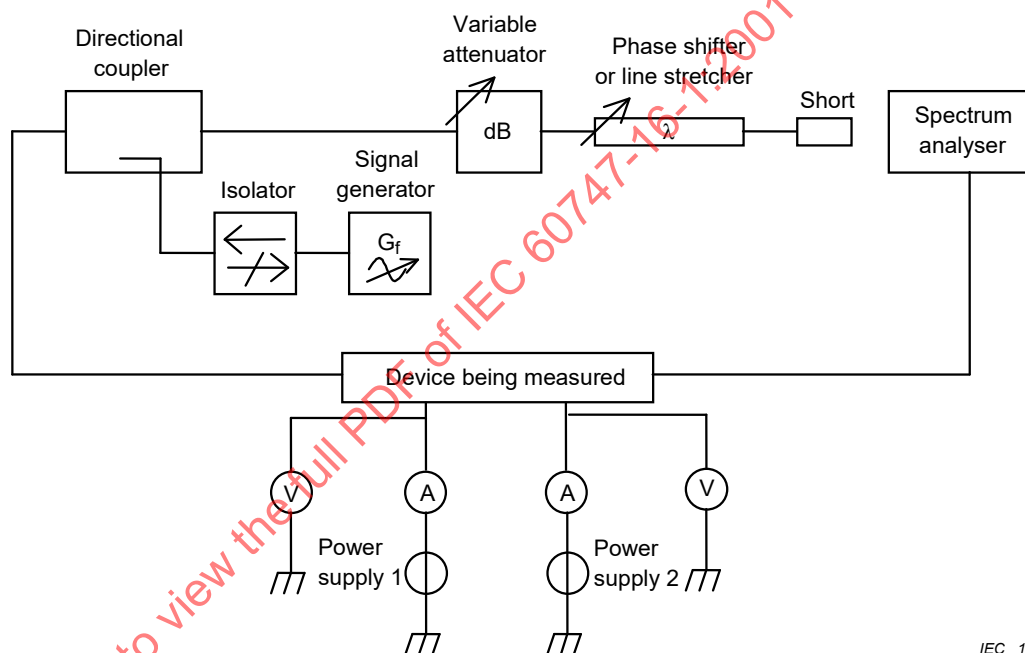
## 6.2 Source mismatch tolerance ( $\Psi_S$ )

### 6.2.1 Purpose

To verify the source mismatch tolerance under specified conditions.

### 6.2.2 Verification of method 1 (spurious intensity)

#### 6.2.2.1 Circuit diagram



IEC 1965/06

Figure 15 – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 1

#### 6.2.2.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 6.1.2.2.

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

#### 6.2.2.3 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 6.1.2.3.

#### 6.2.2.4 Test procedure

The source VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The modulation of the signal generator is set to the specified condition.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

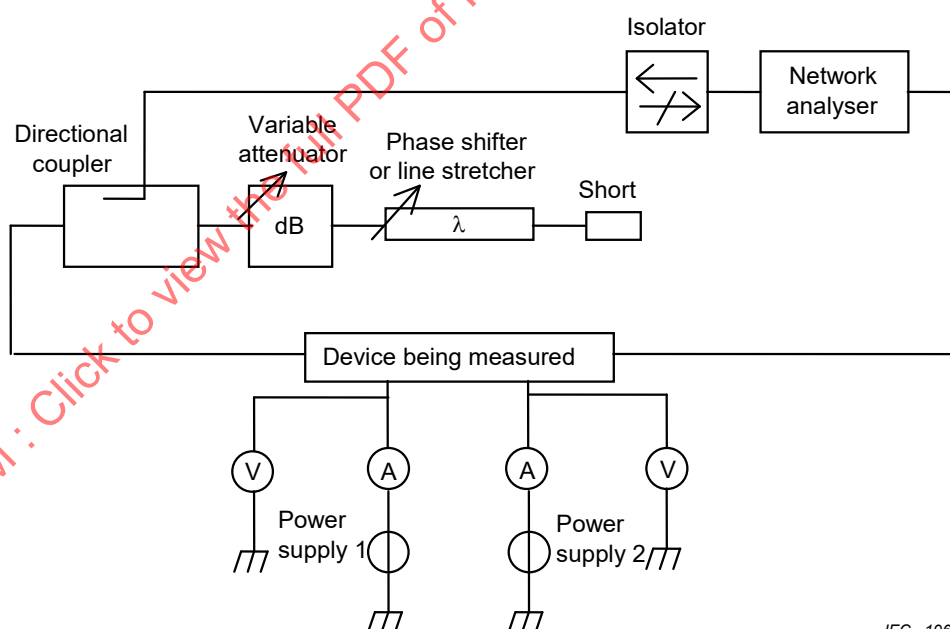
Verification that there is no oscillation or spurious intensity less than the specified condition is confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

#### 6.2.2.5 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Source VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Modulation of the input signal
- Input power
- Spurious intensity

#### 6.2.3 Verifying method 2 (no discontinuity of the frequency response)

##### 6.2.3.1 Circuit diagram



IEC 1966/06

**Figure 16 – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 2**

##### 6.2.3.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 6.1.3.2.

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

### **6.2.3.3 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 6.1.3.3.

### **6.2.3.4 Test procedure**

The source VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The sweep frequency range of the network analyser is set to the specified value.

The power level of the network analyser is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

Verification that there is no discontinuity of the frequency response is confirmed by using the network analyser at all phase angles.

### **6.2.3.5 Specified conditions**

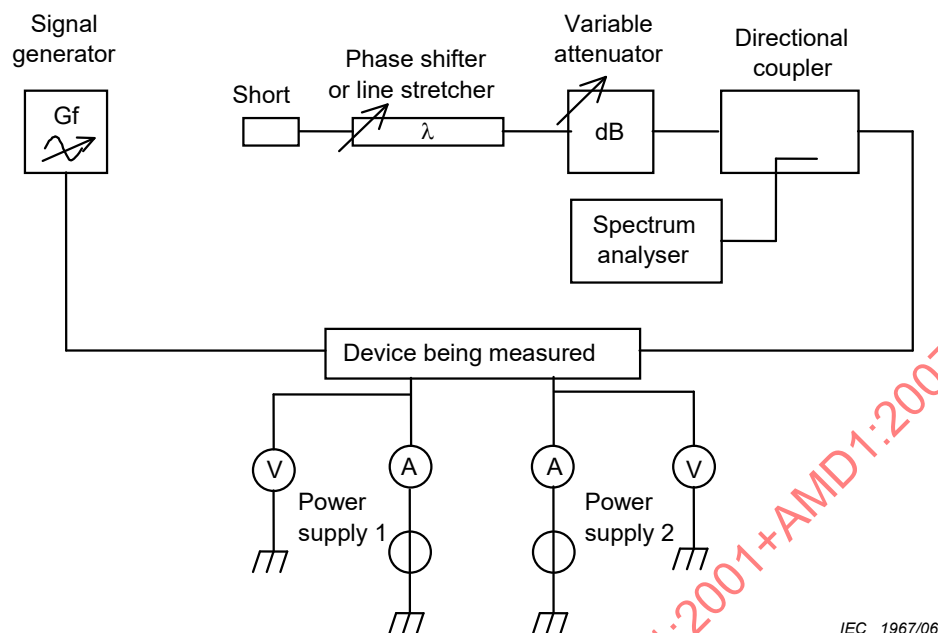
- Ambient or reference point temperature
- Source VSWR
- Bias conditions
- Frequency range of the input signal
- Input power

## **6.3 Load mismatch ruggedness ( $\Psi_R$ )**

### **6.3.1 Purpose**

To verify the load mismatch ruggedness under specified conditions.

### 6.3.2 Circuit diagram



IEC 1967/06

**Figure 17 – Circuit for the verification of load mismatch ruggedness**

### 6.3.3 Circuit description and requirements

The signal generator shall be capable of operating within the specified frequency band.

The spectrum analyser shall be capable of operating within the specified frequency range to ensure that there is no oscillation or spurious intensity.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

### 6.3.4 Precautions to be observed

It shall be ensured that no oscillation (less than the specified one) occurs in any of the phase conditions of the phase shifter at the VSWR due to the verification system.

The VSWR shall be kept constant during all phase conditions of the phase shifter.

### 6.3.5 Test procedure

DC and RF characteristics are measured under specified conditions before the following load mismatch test procedure is carried out.

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

The device is kept in operation during the specified operation time at all phase angles.

DC and RF characteristics are measured under specified conditions once more.

Load mismatch ruggedness is verified using specified degradation criteria of DC and RF characteristics.

#### **6.3.6 Specified conditions**

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Input power
- Operation time
- Degradation criteria of DC and RF characteristics
- Measurement conditions of DC and RF characteristics

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-1:2001+AMD1:2007+AMD2:2017 CSV



## SOMMAIRE

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                    | 66 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                         | 68 |
| 2 Références normatives .....                                                                         | 68 |
| 3 <del>Terminologie</del> Termes et définitions .....                                                 | 69 |
| 4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles .....                                            | 72 |
| 4.1 Généralités .....                                                                                 | 72 |
| 4.1.1 Identification et types de circuits .....                                                       | 72 |
| 4.2 Description relative à l'application .....                                                        | 72 |
| 4.2.1 Conformité au système et/ou aux informations d'interface .....                                  | 72 |
| 4.2.2 Schéma de principe global .....                                                                 | 73 |
| 4.2.3 Données de référence .....                                                                      | 73 |
| 4.2.4 Compatibilité électrique .....                                                                  | 73 |
| 4.2.5 Dispositifs associés .....                                                                      | 73 |
| 4.3 Spécification de la fonction .....                                                                | 73 |
| 4.3.1 Schéma de principe détaillé – Blocs fonctionnels .....                                          | 73 |
| 4.3.2 Identification et fonction des bornes .....                                                     | 74 |
| 4.3.3 Description fonctionnelle .....                                                                 | 75 |
| 4.3.4 Caractéristiques relatives à la famille .....                                                   | 75 |
| 4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues) .....                           | 75 |
| 4.4.1 Valeurs limites électriques .....                                                               | 75 |
| 4.4.2 Températures .....                                                                              | 76 |
| 4.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de températures de<br>fonctionnement spécifiée) ..... | 77 |
| 4.5.1 Valeurs positives et/ou négatives de sources d'alimentation .....                               | 77 |
| 4.5.2 Séquences d'initialisation (s'il y a lieu) .....                                                | 77 |
| 4.5.3 Tension(s) d'entrée (s'il y a lieu) .....                                                       | 77 |
| 4.5.4 Courant(s) de sortie (s'il y a lieu) .....                                                      | 77 |
| 4.5.5 Tension et/ou courant d'autre(s) borne(s) .....                                                 | 77 |
| 4.5.6 Eléments externes (s'il y a lieu) .....                                                         | 77 |
| 4.5.7 Plage de températures de fonctionnement .....                                                   | 77 |
| 4.6 Caractéristiques électriques .....                                                                | 77 |
| 4.6.1 Caractéristiques statiques .....                                                                | 77 |
| 4.6.2 Caractéristiques dynamiques ou en courant alternatif .....                                      | 78 |
| 4.7 Valeurs assignées mécaniques et environnementales, caractéristiques et<br>données .....           | 79 |
| 4.8 Informations supplémentaires .....                                                                | 79 |
| 4.8.1 Circuit équivalent d'entrée et de sortie .....                                                  | 79 |
| 4.8.2 Protection interne .....                                                                        | 79 |
| 4.8.3 Condensateurs aux bornes .....                                                                  | 79 |
| 4.8.4 Résistance thermique .....                                                                      | 79 |
| 4.8.5 Interconnexions à d'autres types de circuit .....                                               | 79 |
| 4.8.6 Effets de composant(s) connecté(s) en externe .....                                             | 79 |
| 4.8.7 Recommandations pour tout (tous) dispositif(s) associé(s) .....                                 | 79 |
| 4.8.8 Précautions de manipulation .....                                                               | 79 |
| 4.8.9 Données d'application .....                                                                     | 80 |
| 4.8.10 Autres informations d'application .....                                                        | 80 |

|        |                                                                                                                             |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.8.11 | Date de publication de la fiche technique.....                                                                              | 80 |
| 5      | Méthodes de mesure .....                                                                                                    | 80 |
| 5.1    | Généralités.....                                                                                                            | 80 |
| 5.1.1  | Impédances caractéristiques .....                                                                                           | 80 |
| 5.1.2  | Précautions générales .....                                                                                                 | 80 |
| 5.1.3  | Précautions de manipulation.....                                                                                            | 80 |
| 5.1.4  | Types .....                                                                                                                 | 80 |
| 5.2    | Gain (en puissance) linéaire ( $G_{lin}$ ) .....                                                                            | 80 |
| 5.2.1  | Objectif.....                                                                                                               | 80 |
| 5.2.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 81 |
| 5.2.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 81 |
| 5.2.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 81 |
| 5.2.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 82 |
| 5.2.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 82 |
| 5.2.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 82 |
| 5.3    | Uniformité du gain (en puissance) linéaire ( $\Delta G_{lin}$ ) .....                                                       | 82 |
| 5.3.1  | Objectif.....                                                                                                               | 82 |
| 5.3.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 82 |
| 5.3.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 82 |
| 5.3.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 82 |
| 5.3.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 82 |
| 5.3.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 83 |
| 5.3.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 83 |
| 5.4    | Gain en puissance ( $G_p$ ).....                                                                                            | 83 |
| 5.4.1  | Objectif.....                                                                                                               | 83 |
| 5.4.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 83 |
| 5.4.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 83 |
| 5.4.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 83 |
| 5.4.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 83 |
| 5.4.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 83 |
| 5.4.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 84 |
| 5.5    | Uniformité du gain (en puissance) ( $\Delta G_p$ ) .....                                                                    | 84 |
| 5.5.1  | Objectif.....                                                                                                               | 84 |
| 5.5.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 84 |
| 5.5.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 84 |
| 5.5.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 84 |
| 5.5.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 84 |
| 5.5.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 84 |
| 5.5.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 85 |
| 5.6    | Réduction du gain (maximum disponible) ( $\Delta G_{red}$ ) .....                                                           | 85 |
| 5.6.1  | Objectif.....                                                                                                               | 85 |
| 5.6.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 85 |
| 5.6.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 85 |
| 5.6.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 85 |
| 5.6.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 85 |
| 5.6.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 85 |
| 5.6.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 85 |
| 5.7    | Puissance de sortie limite ( $P_{o(ltg)}$ ) et uniformité de la puissance de sortie<br>limite ( $\Delta P_{o(ltg)}$ ) ..... | 86 |

|        |                                                                                             |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.7.1  | Objectif.....                                                                               | 86 |
| 5.7.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 86 |
| 5.7.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 86 |
| 5.7.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 86 |
| 5.7.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 86 |
| 5.7.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 86 |
| 5.7.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 86 |
| 5.8    | Puissance de sortie ( $P_O$ ).....                                                          | 87 |
| 5.8.1  | Objectif.....                                                                               | 87 |
| 5.8.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 87 |
| 5.8.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 87 |
| 5.8.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 87 |
| 5.8.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 87 |
| 5.8.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 87 |
| 5.8.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 87 |
| 5.9    | Puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB ( $P_{O(1dB)}$ ) .....             | 87 |
| 5.9.1  | Objectif.....                                                                               | 87 |
| 5.9.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 87 |
| 5.9.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 87 |
| 5.9.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 88 |
| 5.9.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 88 |
| 5.9.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 88 |
| 5.9.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 88 |
| 5.10   | Facteur de bruit ( $F$ ) .....                                                              | 88 |
| 5.10.1 | Objectif.....                                                                               | 88 |
| 5.10.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 89 |
| 5.10.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 89 |
| 5.10.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 90 |
| 5.10.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 90 |
| 5.10.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 90 |
| 5.10.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 90 |
| 5.11   | Distorsion d'intermodulation (à deux tonalités) ( $P_N/P_1$ ) .....                         | 90 |
| 5.11.1 | Objectif.....                                                                               | 90 |
| 5.11.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 91 |
| 5.11.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 91 |
| 5.11.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 92 |
| 5.11.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 92 |
| 5.11.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 92 |
| 5.11.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 92 |
| 5.12   | Puissance au point d'interception (pour les produits d'intermodulation) ( $P_N(IP)$ ) ..... | 92 |
| 5.12.1 | Objectif.....                                                                               | 92 |
| 5.12.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 92 |
| 5.12.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 92 |
| 5.12.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 93 |
| 5.12.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 93 |
| 5.12.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 93 |
| 5.12.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 93 |

|        |                                                                                                                                                  |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.13   | Amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée) ( $+s_{11}+ S_{11} $ )                                    | 93  |
| 5.13.1 | Objectif                                                                                                                                         | 93  |
| 5.13.2 | Schéma de circuit                                                                                                                                | 94  |
| 5.13.3 | Principe de mesure                                                                                                                               | 94  |
| 5.13.4 | Description et exigences du circuit                                                                                                              | 94  |
| 5.13.5 | Précautions à prendre                                                                                                                            | 94  |
| 5.13.6 | Procédure de mesure                                                                                                                              | 94  |
| 5.13.7 | Conditions spécifiées                                                                                                                            | 95  |
| 5.14   | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) ( $+s_{22}+ S_{22} $ )                                  | 95  |
| 5.14.1 | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en faibles signaux | 95  |
| 5.14.2 | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en grands signaux  | 96  |
| 5.15   | Amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation) ( $+s_{12}+ S_{12} $ )                                                              | 98  |
| 5.15.1 | Objectif                                                                                                                                         | 98  |
| 5.15.2 | Schéma de circuit                                                                                                                                | 99  |
| 5.15.3 | Principe de mesure                                                                                                                               | 99  |
| 5.15.4 | Description et exigences du circuit                                                                                                              | 99  |
| 5.15.5 | Précautions à prendre                                                                                                                            | 99  |
| 5.15.6 | Procédure de mesure                                                                                                                              | 99  |
| 5.15.7 | Conditions spécifiées                                                                                                                            | 100 |
| 5.16   | Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase ( $\alpha_{(AM-PM)}$ )                                                      | 100 |
| 5.16.1 | Objectif                                                                                                                                         | 100 |
| 5.16.2 | Schéma de circuit                                                                                                                                | 100 |
| 5.16.3 | Principe de mesure                                                                                                                               | 100 |
| 5.16.4 | Description et exigences du circuit                                                                                                              | 101 |
| 5.16.5 | Précautions à prendre                                                                                                                            | 101 |
| 5.16.6 | Procédure de mesure                                                                                                                              | 101 |
| 5.16.7 | Conditions spécifiées                                                                                                                            | 101 |
| 5.17   | Temps de retard de groupe ( $t_d(\text{grp})$ )                                                                                                  | 101 |
| 5.17.1 | Objectif                                                                                                                                         | 101 |
| 5.17.2 | Schéma de circuit                                                                                                                                | 102 |
| 5.17.3 | Principe de mesure                                                                                                                               | 102 |
| 5.17.4 | Description et exigences du circuit                                                                                                              | 102 |
| 5.17.5 | Précautions à prendre                                                                                                                            | 102 |
| 5.17.6 | Procédure de mesure                                                                                                                              | 102 |
| 5.17.7 | Conditions spécifiées                                                                                                                            | 102 |
| 5.18   | Rendement en puissance ajoutée ( $\eta_{\text{add}}$ )                                                                                           | 103 |
| 5.18.1 | Purpose                                                                                                                                          | 103 |
| 5.18.2 | Schéma de circuit                                                                                                                                | 103 |
| 5.18.3 | Principe de mesure                                                                                                                               | 103 |
| 5.18.4 | Description et exigences du circuit                                                                                                              | 104 |
| 5.18.5 | Précautions à prendre                                                                                                                            | 104 |
| 5.18.6 | Procédure de mesure                                                                                                                              | 104 |
| 5.18.7 | Conditions spécifiées                                                                                                                            | 104 |

|        |                                                                                     |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.19   | Taux de distorsion de l'harmonique de rang n ( $P_{nth}/P_1$ ).....                 | 104 |
| 5.19.1 | Objectif.....                                                                       | 104 |
| 5.19.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 105 |
| 5.19.3 | Principe de mesure.....                                                             | 105 |
| 5.19.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 105 |
| 5.19.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 105 |
| 5.19.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 105 |
| 5.19.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 106 |
| 5.20   | Puissance de bruit en sortie ( $P_N$ ) .....                                        | 106 |
| 5.20.1 | Objectif.....                                                                       | 106 |
| 5.20.2 | Schémas des circuits.....                                                           | 106 |
| 5.20.3 | Principe de mesure.....                                                             | 106 |
| 5.20.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 107 |
| 5.20.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 107 |
| 5.20.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 107 |
| 5.20.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 107 |
| 5.21   | Intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée ( $P_{sp}/P_o$ ).....           | 108 |
| 5.21.1 | Objectif.....                                                                       | 108 |
| 5.21.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 108 |
| 5.21.3 | Principe de mesure.....                                                             | 108 |
| 5.21.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 108 |
| 5.21.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 109 |
| 5.21.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 109 |
| 5.21.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 109 |
| 5.22   | Rapport de puissance pour le canal adjacent ( $P_{adj}/P_o(mod)$ ) .....            | 109 |
| 5.22.1 | Objectif.....                                                                       | 109 |
| 5.22.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 110 |
| 5.22.3 | Procédure de mesure .....                                                           | 110 |
| 5.22.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 111 |
| 5.22.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 111 |
| 5.22.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 111 |
| 5.22.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 111 |
| 6      | Vérification des méthodes .....                                                     | 112 |
| 6.1    | Tolérance de charge non adaptée ( $\psi_L$ ) .....                                  | 112 |
| 6.1.1  | Objectif.....                                                                       | 112 |
| 6.1.2  | Vérification de la méthode 1 (Intensité parasite) .....                             | 112 |
| 6.1.3  | Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)..... | 114 |
| 6.2    | Tolérance de source non adaptée ( $\psi_S$ ) .....                                  | 115 |
| 6.2.1  | Objectif.....                                                                       | 115 |
| 6.2.2  | Vérification de la méthode 1 (intensité parasite) .....                             | 115 |
| 6.2.3  | Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)..... | 116 |
| 6.3    | Robustesse de charge non adaptée ( $\psi_R$ ) .....                                 | 117 |
| 6.3.1  | Objectif.....                                                                       | 117 |
| 6.3.2  | Schéma de circuit.....                                                              | 118 |
| 6.3.3  | Description et exigences du circuit .....                                           | 118 |
| 6.3.4  | Précautions à prendre .....                                                         | 118 |
| 6.3.5  | Procédure d'essai.....                                                              | 118 |

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3.6 Conditions spécifiées.....                                                                                                                        | 119 |
| Figure 1 – Circuit pour les mesures du gain linéaire.....                                                                                               | 81  |
| Figure 2 – Circuit de base pour la mesure du facteur de bruit .....                                                                                     | 89  |
| Figure 3 – Circuit de base pour les mesures de la distorsion d'intermodulation à deux fréquences porteuses .....                                        | 91  |
| Figure 4 – Circuit pour les mesures d'amplitude du coefficient de réflexion d'entrée/ de sortie (affaiblissement de réflexion d'entrée/de sortie) ..... | 94  |
| Figure 5 – Circuit pour la mesure du coefficient de réflexion de sortie.....                                                                            | 97  |
| Figure 6 – Circuit pour la mesure de l'isolation .....                                                                                                  | 99  |
| Figure 7 – Circuit de base pour la mesure de $\alpha$ (AM-PM).....                                                                                      | 100 |
| Figure 8 – Circuit pour la mesure du rendement en puissance ajoutée.....                                                                                | 103 |
| Figure 9 – Circuit pour les mesures du taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$ .....                                                             | 105 |
| Figure 10 – Schéma du circuit de mesure de la puissance de bruit en sortie.....                                                                         | 106 |
| Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de l'intensité parasite .....                                                                              | 108 |
| Figure 12 – Circuit de mesure du rapport de puissance pour le canal adjacent .....                                                                      | 110 |
| Figure 13 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la méthode 1.....                                                        | 112 |
| Figure 14 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la méthode 2.....                                                        | 114 |
| Figure 15 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la méthode 1.....                                                        | 115 |
| Figure 16 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la méthode 2.....                                                        | 116 |
| Figure 17 – Circuit de vérification de la robustesse de charge non adaptée .....                                                                        | 118 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences –  
Amplificateurs

## 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.

**DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

**Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.**

Cette version consolidée de l'IEC 60747-16-1 porte le numéro d'édition 1.2. Elle comprend la première édition (2001-11) [documents 47E/200/FDIS et 47E/204/RVD], son amendement 1 (2007-01) [documents 47E/305/FDIS et 47E/317/RVD] et son amendement 2 (2017-02) [documents 47E/500/CDV et 47E/518/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

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

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

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

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 l'IEC 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 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences – Amplificateurs

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 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 IEC 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 l'IEC 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 l'IEC et de l'ISO tiennent à jour l'état des normes internationales en vigueur.

IEC 60050-702, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 702: Oscillations, signaux et dispositifs associés* (disponible à l'adresse: <http://www.electropedia.org>)

~~IEC 60617-12:1997, Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires~~

~~IEC 60617-13:1993, Symboles graphiques pour schémas – Partie 13: Eléments analogues~~

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

IEC 60747-1:1988, 2006, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 1: Généralités*  
IEC 60747-1:2006/AMD1:2010

IEC 60747-4:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 4: Diodes et transistors hyperfréquences*  
IEC 60747-4:2007/AMD1:2017

~~IEC 60747-7:2000, Dispositifs à semiconducteurs – Partie 7: Transistors bipolaires~~

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

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

IEC 60748-3:1986/AMD1:1991

IEC 60748-3:1986/AMD2:1994

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

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

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

### 3 Terminologie Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **gain (en puissance) linéaire $G_{lin}$**

gain en puissance dans la région linéaire de la courbe de transfert de puissance  $P_o$  (dBm) =  $f(P_i)$

NOTE Dans cette région,  $\Delta P_o$  (dBm) =  $\Delta P_i$  (dBm).

#### 3.2

##### **uniformité du gain (en puissance) linéaire $\Delta G_{lin}$**

uniformité du gain en puissance lorsque le point de fonctionnement se trouve dans la région linéaire de la courbe de transfert de puissance

#### 3.3

##### **gain en puissance $G_p$ , $G$**

rapport de la puissance de sortie sur la puissance d'entrée

NOTE Habituellement le gain en puissance est exprimé en décibels.

#### 3.4

##### **uniformité du gain (en puissance) $\Delta G_p$**

différence entre le gain en puissance maximale et minimale pour une puissance d'entrée spécifiée dans une plage de fréquences spécifiée

#### 3.5

##### **réduction du gain (maximum disponible) $\Delta G_{red}$**

différence en décibels entre les gains en puissance maximale et minimale pouvant être fournis par la commande de gain

#### 3.6 Limitation de puissance de sortie

##### 3.6.1

##### **plage limite de puissance de sortie**

plage dans laquelle la puissance de sortie est limitée pour augmenter la puissance d'entrée

NOTE Pour les spécifications, les limites de cette plage sont indiquées par des valeurs limites inférieure et supérieure pour la puissance d'entrée.

##### 3.6.2

##### **puissance de sortie limite $P_{o(ltg)}$**

puissance de sortie dans la plage dans laquelle elle est limitée

##### 3.6.3

##### **uniformité de la puissance de sortie limite $\Delta P_{o(ltg)}$**

différence entre la puissance de sortie maximale et minimale dans la plage limite de puissance de sortie:

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)}$$

### 3.7

#### distorsion d'intermodulation

$$P_n/P_1 \text{ } P_n/P_1$$

rapport de la composante du  $n^{\text{ième}}$  ordre de la puissance de sortie ~~sur~~ à la composante fondamentale de la puissance de sortie ~~à une puissance d'entrée spécifiée~~

Note 1 à l'article: L'abréviation « $IMD_n$ » est encore d'usage courant pour la distorsion d'intermodulation du  $n^{\text{ième}}$  ordre.

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.19.

### 3.8

#### puissance au point interception (pour les produits d'intermodulation)

$$P_n(IP)$$

la puissance de sortie à l'intersection entre les puissances de sortie extrapolées de la composante fondamentale et des composantes d'intermodulation du  $n^{\text{ième}}$  ordre, lorsque l'extrapolation est effectuée dans un diagramme représentant la puissance de sortie des composants (en décibels) en fonction de la puissance d'entrée (en décibels)

### 3.9

#### amplitude du coefficient de réflexion d'entrée

(affaiblissement de réflexion d'entrée)

$$|S_{11}|$$

voir ~~3.5.2.1 de l'IEC 60747-7~~ 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.10

#### amplitude du coefficient de réflexion de sortie

(affaiblissement de réflexion de sortie)

$$|S_{22}|$$

voir ~~3.5.2.2 de l'IEC 60747-7~~ 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.11

#### amplitude du coefficient de transmission inverse

(isolation)

$$|S_{12}|$$

voir ~~3.5.2.4 de l'IEC 60747-7~~ 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.12

#### coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase $\alpha_{(AM-PM)}$

quotient de

la déviation de phase du signal de sortie (en degrés) par

la variation de puissance d'entrée (en décibels) le produisant

### 3.13

#### temps de retard de groupe $t_{d(grp)}$

rapport, en fonction de la fréquence angulaire, de la variation du déphasage par l'intermédiaire de l'amplificateur

NOTE Habituellement, le temps de retard de groupe est très proche en valeur du temps de retard entrée/sortie.

### 3.14

#### taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$

$$P_{nth}/P_1$$

rapport de la puissance de la composante harmonique de rang  $n$  mesurée au port de sortie sur la puissance de la fréquence fondamentale mesurée au port de sortie ~~du dispositif pour une puissance de sortie donnée~~

### 3.15

#### **puissance de bruit en sortie $P_N$**

puissance de bruit maximale mesurée au port de sortie du dispositif selon une largeur de bande comprise dans une plage de fréquences spécifiée pour une sortie de puissance donnée

### 3.16

#### **intensité parasite selon le ROS ~~(rapport d'ondes stationnaires)~~ de charge spécifiée**

$P_{sp}/P_o$

rapport de la puissance parasite maximale mesurée au port de sortie ~~sur la puissance de la fréquence fondamentale mesurée au port de sortie du dispositif~~ du dispositif sur la puissance de la fréquence fondamentale mesurée au port de sortie selon le ROS de charge spécifiée

### 3.17

#### **puissance de sortie**

$P_o$

puissance RF mesurée au port de sortie

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.2.

### 3.18

#### **puissance de sortie pour une compression du gain de 1 dB**

$P_{o(1dB)}$

voir 8.2.13 de l'IEC 60747-4

### 3.19

#### **facteur de bruit**

$F$

voir 702-08-57 de l'IEC 60050-702

### 3.20

#### **rendement en puissance ajoutée**

$\eta_{add}$

voir 8.2.15 de l'IEC 60747-4

### 3.21

#### **rapport de puissance pour le canal adjacent**

$P_{adj}/P_{o(mod)}$

rapport de la puissance de sortie totale dans une bande de fréquences spécifiée éloignée de la fréquence du signal porteur sur la puissance totale dans une bande de fréquences spécifiée du signal porteur, lorsqu'un signal de modulation est appliqué

### 3.22

#### **tolérance de charge non adaptée**

$\psi_L$

voir 7.2.20 de l'IEC 60747-4

### 3.23

#### **tolérance de source non adaptée**

$\psi_S$

voir 7.2.21 de l'IEC 60747-4

### 3.24

#### **robustesse de charge non adaptée**

$\psi_R$

voir 7.2.22 de l'IEC 60747-4

## **4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles**

### **4.1 Généralités**

#### **4.1.1 Identification et types de circuits**

##### **4.1.1.1 Désignation et types**

Il convient de préciser l'indication du type (nom du dispositif), la catégorie du circuit et la technologie appliquée.

Les amplificateurs hyperfréquences sont divisés en quatre catégories:

Type A: à faible bruit.

Type B: à commande automatique de gain.

Type C: limiteur.

Type D: de puissance.

##### **4.1.1.2 Description de la fonction générale**

Il convient d'effectuer une description générale de la fonction exécutée par les amplificateurs hyperfréquences à circuits intégrés et des caractéristiques relatives à l'application.

##### **4.1.1.3 Technologie de fabrication**

Il convient de mentionner la technologie de fabrication, par exemple, un circuit intégré monolithique à semiconducteurs, un circuit intégré à couches minces, un micro-assemblage. Il convient d'y inclure des détails relatifs aux technologies des semiconducteurs, comme le MESFET, le MISFET, le transistor bipolaire au silicium, le HBT (transistor bipolaire à hétérojonction), etc.

##### **4.1.1.4 Identification du boîtier**

Il convient d'indiquer ce qui suit:

- a) numéro IEC ou de référence nationale du dessin d'encombrement, ou dessin de boîtier non normalisé comprenant une numérotation des bornes;
- b) matériau principal du boîtier; par exemple : métal, céramique, plastique.

##### **4.1.1.5 Application principale**

Il convient de mentionner, si nécessaire, l'application principale. Si le dispositif présente des applications restrictives, il convient de le mentionner ici.

### **4.2 Description relative à l'application**

Il convient de donner des informations sur l'application du circuit intégré et sur sa relation avec les dispositifs associés.

#### **4.2.1 Conformité au système et/ou aux informations d'interface**

Il convient de mentionner si le circuit intégré est conforme à un système d'application et/ou une norme ou des recommandations d'interface.

Il convient également de donner des informations détaillées concernant les systèmes d'application, équipements et circuits, tels que les réseaux VSAT, les récepteurs satellites de radiodiffusion directe, les systèmes d'atterrissage hyperfréquences, etc.

#### 4.2.2 Schéma de principe global

Il convient, si nécessaire, de fournir un schéma de principe des systèmes appliqués.

#### 4.2.3 Données de référence

Il convient d'indiquer les propriétés les plus importantes pour permettre une comparaison entre des types de dérivée.

#### 4.2.4 Compatibilité électrique

Il convient de mentionner si le circuit intégré est compatible du point de vue électrique avec d'autres circuits intégrés particuliers ou familles de circuits intégrés ou si des interfaces spéciales sont nécessaires.

Il convient de fournir des détails concernant le type de circuits d'entrée et de sortie, par exemple, impédances d'entrée/de sortie, blocage du courant continu, drain ouvert, etc. Il convient de mentionner, le cas échéant, l'interchangeabilité avec d'autres dispositifs.

#### 4.2.5 Dispositifs associés

Il convient, le cas échéant, de mentionner ici ce qui suit:

- dispositifs nécessaires pour un fonctionnement correct (liste indiquant le numéro du type, le nom et la fonction);
- dispositifs périphériques avec interconnexion directe (liste indiquant le numéro du type, le nom et la fonction).

### 4.3 Spécification de la fonction

#### 4.3.1 Schéma de principe détaillé – Blocs fonctionnels

Il convient de fournir un schéma de principe détaillé ou des informations de circuit équivalentes relatives aux amplificateurs hyperfréquences à circuits intégrés. Dans le schéma de principe, il convient d'indiquer ce qui suit:

- 1) blocs fonctionnels;
- 2) interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels;
- 3) unités fonctionnelles individuelles parmi les blocs fonctionnels;
- 4) interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels individuels;
- 5) fonction de chaque connexion externe;
- 6) interdépendance entre les blocs fonctionnels séparés.

Il convient d'identifier, dans le schéma de principe, la fonction de chaque connexion externe et, lorsque aucune ambiguïté n'est possible, les symboles et/ou numéros des bornes. Si l'encapsulation présente des parties métalliques, il convient d'indiquer toute connexion de bornes externes à ces dernières. Lorsque cela s'avère nécessaire, il convient de mentionner les connexions avec tous les éléments électriques externes associés.

A titre d'informations supplémentaires, le schéma des circuits électriques peut être reproduit, mais pas nécessairement avec les indications de valeurs des composants de circuit. Le symbole graphique pour la fonction doit être indiqué. Celui-ci peut être obtenu dans un catalogue de normes des symboles graphiques ou conçu selon les règles de ~~l'IEC 60617-12~~ ou ~~IEC 60617-13~~ l'IEC 60617.

### 4.3.2 Identification et fonction des bornes

Il convient d'identifier toutes les bornes sur le schéma de principe (bornes d'alimentation, bornes d'entrée ou de sortie, bornes d'entrée/de sortie).

Il convient d'indiquer les fonctions des bornes 1)-4) dans un tableau comme suit:

| Numéro de la borne | Symbole de la borne | 1) Désignation de la borne | 2) Fonction | Fonction de la borne                 |                                       |
|--------------------|---------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                     |                            |             | 3) Identification d'entrée/de sortie | 4) Type de circuit d'entrée/de sortie |
|                    |                     |                            |             |                                      |                                       |

#### 1) Nom de la borne

Il convient de mentionner un nom de borne pour indiquer sa fonction. Il convient de différencier les bornes d'alimentation, les bornes de terre, les bornes non connectées (avec l'abréviation NC), et les bornes non utilisables (avec l'abréviation NU).

#### 2) Fonction

Il convient d'indiquer brièvement la fonction des bornes.

- Chaque fonction de bornes polyvalentes, c'est-à-dire les bornes qui ont des fonctions multiples.
- Chaque fonction du circuit intégrée sélectionnée par des connexions de broches mutuelles, la programmation et/ou l'application de données de sélection de fonction sur la broche de sélection de fonction, telle qu'une broche de sélection de mode.

#### 3) Identification d'entrée/de sortie

Il convient de différencier les bornes d'entrée, de sortie, d'entrée/de sortie, et d'entrée/de sortie de multiplexage.

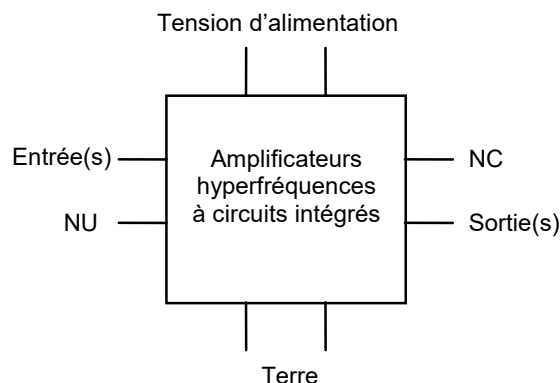
#### 4) Type de circuits d'entrée/de sortie

Il convient de différencier les types de circuits d'entrée et de sortie, par exemple, les impédances d'entrée/de sortie, avec ou sans blocage du courant continu, etc.

#### 5) Type de mise à la terre

Si la plaque de base du boîtier est utilisée comme mise à la terre, il convient de le mentionner.

Exemple:



### 4.3.3 Description fonctionnelle

Il convient de préciser la fonction réalisée par le circuit, comprenant les informations suivantes:

- fonction de base;
- relation avec les bornes externes;
- mode de fonctionnement (par exemple, méthode de réglage, préférence, etc.);
- traitement d'interruption.

### 4.3.4 Caractéristiques relatives à la famille

Dans cette partie, toutes les descriptions fonctionnelles caractéristiques de la famille doivent être mentionnées (voir l'IEC 60748-2, l'IEC 60748-3 et l'IEC 60748-4).

S'il existe des valeurs assignées et caractéristiques, ainsi que des caractéristiques fonctionnelles pour la famille, il convient d'utiliser la partie concernée de l'IEC 60748 (par exemple, pour les microprocesseurs, voir l'IEC 60748-2, chapitre III, section 3).

NOTE Pour chaque nouvelle famille de dispositif, des éléments spécifiques doivent être ajoutés dans la partie concernée de l'IEC 60748.

## 4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues)

Le tableau de ces valeurs contient les indications suivantes.

- a) Toute interdépendance des conditions de limitation doit être spécifiée.
- b) Si des éléments attachés et/ou connectés en externe, par exemple des dissipateurs thermiques, ont une influence sur les valeurs assignées, celles-ci doivent être prescrites pour le circuit intégré avec les éléments connectés et/ou attachés.
- c) Si des valeurs limites sont dépassées pour la surcharge transitoire, l'excès autorisé et sa durée doivent être spécifiés.
- d) Lorsque les valeurs minimale et maximale diffèrent pendant la programmation du dispositif, il convient de le mentionner.
- e) Toutes les tensions font référence à une borne de référence spécifiée ( $V_{ss}$ ,  $G_{ND}$ , etc.).
- f) Concernant les articles suivants, si les valeurs maximales et/ou minimales sont citées, le fabricant doit indiquer s'il fait référence à l'amplitude absolue ou à la valeur algébrique de la quantité.
- g) Les valeurs assignées doivent couvrir le fonctionnement du circuit intégré multifonction sur la plage spécifique de températures de fonctionnement. Lorsque les valeurs assignées sont fonction de la température, il convient de l'indiquer.

### 4.4.1 Valeurs limites électriques

Il convient d'indiquer les valeurs limites comme suit:



| Paramètres                                                            | Minimum | Maximum |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| (1) Tensions d'alimentation                                           | +       | +       |
| (2) Courants d'alimentation (s'il y a lieu)                           |         | +       |
| (3) Tension(s) d'entrée (s'il y a lieu)                               | +       | +       |
| (4) Tension(s) de sortie (s'il y a lieu)                              | +       | +       |
| (5) Courant(s) d'entrée (s'il y a lieu)                               |         | +       |
| (6) Courant(s) de sortie (s'il y a lieu)                              |         | +       |
| (7) Autre(s) tension(s) de borne (s'il y a lieu)                      | +       | +       |
| (8) Autre(s) courant(s) de borne (s'il y a lieu)                      |         | +       |
| (9) Différence de tension entre l'entrée et la sortie (s'il y a lieu) | +       | +       |
| (10) Dissipation de puissance                                         |         | +       |

Les spécifications détaillées peuvent indiquer ces valeurs dans le tableau comprenant la note 1 et la note 2.

| Paramètres (Note 1, Note 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Symboles | Minimum | Maximum | Unité |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |         |       |
| <p>NOTE 1 S'il y a lieu, selon le type de circuit considéré.</p> <p>NOTE 2 Pour une plage de tension d'alimentation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– valeur(s) limite(s) de la (des) tension(s) à la (aux) borne(s) d'alimentation par rapport à un point de référence électrique spécial;</li> <li>– le cas échéant, valeur limite entre des bornes d'alimentation spécifiées;</li> <li>– lorsque plus d'une source d'alimentation est nécessaire, il convient de mentionner si l'ordre dans lequel ces sources sont appliquées est significatif; si c'est le cas, il convient de mentionner cet ordre;</li> <li>– lorsque plus d'une source est requise, il peut être nécessaire de mentionner les combinaisons de valeurs assignées pour ces tensions d'alimentation et courants.</li> </ul> |          |         |         |       |

#### 4.4.2 Températures

- 1) Température de fonctionnement (température ambiante ou température du point de référence)
- 2) Température de stockage
- 3) Température du canal (type C et type D uniquement)
- 4) Température maximale de broche de raccordement (pour le soudage).

Les spécifications détaillées peuvent indiquer ces valeurs dans le tableau comprenant la note.

| Paramètres (Note)                                       | Symboles | Minimum | Maximum | Unité |
|---------------------------------------------------------|----------|---------|---------|-------|
|                                                         |          |         |         |       |
| NOTE S'il y a lieu, selon le type de circuit considéré. |          |         |         |       |

#### 4.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de températures de fonctionnement spécifiée)

Elles ne doivent pas être inspectées mais peuvent être utilisées pour une évaluation de la qualité.

#### 4.5.1 Valeurs positives et/ou négatives de sources d'alimentation

#### 4.5.2 Séquences d'initialisation (s'il y a lieu)

Si des séquences d'initialisation sont nécessaires, il convient de spécifier le séquençement des sources d'alimentation et la procédure d'initialisation.

#### 4.5.3 Tension(s) d'entrée (s'il y a lieu)

#### 4.5.4 Courant(s) de sortie (s'il y a lieu)

#### 4.5.5 Tension et/ou courant d'autre(s) borne(s)

#### 4.5.6 Eléments externes (s'il y a lieu)

#### 4.5.7 Plage de températures de fonctionnement

## 4.6 Caractéristiques électriques

Les caractéristiques doivent s'appliquer sur toute la plage de températures de fonctionnement, sauf mention contraire.

Chaque caractéristique de 4.6.1 et 4.6.2 doit être mentionnée

- a) sur la plage spécifiée de températures de fonctionnement, ou
- b) à une température de 25 °C, et à des températures de fonctionnement maximales et minimales.

#### 4.6.1 Caractéristiques statiques

Il convient de spécifier les paramètres en fonction du type, selon ce qui est indiqué ci-dessous.

| Paramètres                     | Minimum | Type <sup>a</sup> | Maximum | Types |   |   |   |
|--------------------------------|---------|-------------------|---------|-------|---|---|---|
|                                |         |                   |         | A     | B | C | D |
| 4.6.1.1 Courant d'alimentation | +       | +                 | +       | +     | + | + | + |
| 4.6.1.2 Résistance thermique   |         |                   | +       |       |   | + | + |

<sup>a</sup> Optionnel

Les spécifications détaillées peuvent indiquer ces valeurs dans le tableau.

| Caractéristiques | Symboles | Conditions | Minimum | Type <sup>a</sup> | Maximum | Unité |
|------------------|----------|------------|---------|-------------------|---------|-------|
|                  |          |            |         |                   |         |       |

<sup>a</sup> Optionnel

#### 4.6.2 Caractéristiques dynamiques ou en courant alternatif

Il convient de mentionner chaque caractéristique dynamique ou électrique à courant alternatif dans les conditions électriques spécifiées les plus défavorables, par rapport à la plage recommandée de tensions d'alimentation, selon ce qui est mentionné en 4.5.1.

Il convient de spécifier les paramètres en fonction du type, selon ce qui est indiqué ci-dessous.

| Paramètres |                                                                                          | Minimum | Maximum | Types |   |   |                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-------|---|---|----------------|
|            |                                                                                          |         |         | A     | B | C | D              |
| 4.6.2.1    | Gain linéaire                                                                            | +       |         | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.2    | Uniformité du gain linéaire                                                              |         | +       | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.3    | Gain en puissance                                                                        | +       |         |       | + |   | +              |
| 4.6.2.4    | Uniformité du gain en puissance                                                          |         | +       |       | + |   | +              |
| 4.6.2.5    | Réduction du gain                                                                        | +       |         |       | + |   |                |
| 4.6.2.6    | Puissance de sortie                                                                      | +       |         |       | + |   | +              |
| 4.6.2.7    | Puissance de sortie pour 1 dB de compression du gain                                     | +       |         |       | + |   | +              |
| 4.6.2.8    | Puissance de sortie limite                                                               | +       | +       |       |   | + |                |
| 4.6.2.9    | Uniformité de la puissance de sortie limite                                              |         | +       |       |   | + |                |
| 4.6.2.10   | Distorsion d'intermodulation                                                             |         | +       |       |   | + | +              |
| 4.6.2.11   | Puissance au point d'interception                                                        | +       |         |       |   | + | +              |
| 4.6.2.12   | Facteur de bruit                                                                         |         | +       | +     |   |   |                |
| 4.6.2.13   | Amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée)   | +       |         | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.14   | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) | +       |         | +     | + |   | + <sup>b</sup> |
| 4.6.2.15   | Amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation)                             | +       |         | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.16   | Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase (s'il y a lieu)     |         | +       |       |   | + | +              |
| 4.6.2.17   | Temps de retard de groupe (s'il y a lieu)                                                |         | +       |       | + | + | +              |
| 4.6.2.18   | Constante de temps pour la commande de gain automatique                                  |         |         |       |   |   |                |
| 4.6.2.19   | Rendement en puissance ajoutée (s'il y a lieu)                                           | +       |         |       |   |   | +              |
| 4.6.2.20   | Taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$ (s'il y a lieu) (note 2)                  |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.21   | Puissance de bruit en sortie (s'il y a lieu)                                             |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.22   | Intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée (s'il y a lieu) (note 2)             |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.23   | Rapport de puissance pour le canal adjacent (s'il y a lieu)                              |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.24   | Tolérance de charge non adaptée (s'il y a lieu)                                          |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.25   | Tolérance de source non adaptée (s'il y a lieu)                                          |         | +       |       |   |   | +              |
| 4.6.2.26   | Robustesse de charge non adaptée (s'il y a lieu)                                         |         | +       |       |   |   | +              |

NOTE 1 Il est nécessaire, pour les types B et D, de sélectionner soit le jeu de paramètres de 4.6.2.1, 4.6.2.2 et 4.6.2.7 soit celui de 4.6.2.3, 4.6.2.4 et 4.6.2.6.

NOTE 2 Généralement exprimée en dBc.

<sup>a</sup> A l'étude.

<sup>b</sup> Optionnel. Pour le type D, il est parfois nécessaire de spécifier les dispositifs comme fonctionnant dans des conditions de fonctionnement en grands signaux au lieu d'un fonctionnement en faibles signaux. Bien que la définition soit la même pour les deux opérations de fonctionnement, il convient d'utiliser une méthode de mesure différente pour le paramètre dans des conditions de fonctionnement en grands signaux par rapport au fonctionnement en faibles signaux.

Les spécifications détaillées peuvent indiquer ces valeurs dans le tableau.

| Caractéristiques       | Symboles | Conditions | Minimum | Type <sup>a</sup> | Maximum | Unité |
|------------------------|----------|------------|---------|-------------------|---------|-------|
|                        |          |            |         |                   |         |       |
| <sup>a</sup> Optionnel |          |            |         |                   |         |       |

#### 4.7 Valeurs assignées mécaniques et environnementales, caractéristiques et données

Il convient de mentionner toutes valeurs assignées mécaniques et environnementales (voir également ~~le chapitre VI, article 7~~ les Paragraphes 5.10 et 5.11 de l'IEC 60747-1:2006).

#### 4.8 Informations supplémentaires

S'il y a lieu, il convient d'indiquer les informations suivantes.

##### 4.8.1 Circuit équivalent d'entrée et de sortie

Il convient d'indiquer des informations détaillées concernant le type de circuits d'entrée et de sortie; par exemple, impédances d'entrée/de sortie, blocage du courant continu, drain ouvert; etc.

##### 4.8.2 Protection interne

Il convient de spécifier une mention indiquant si le circuit intégré contient une protection interne contre les tensions ou les champs électriques statiques importants.

##### 4.8.3 Condensateurs aux bornes

Si des condensateurs sont nécessaires pour le blocage du courant continu d'entrée/de sortie, il convient de mentionner ces derniers.

##### 4.8.4 Résistance thermique

##### 4.8.5 Interconnexions à d'autres types de circuit

S'il y a lieu, il convient de fournir des détails concernant les interconnexions à d'autres circuits, par exemple, un circuit de détection pour commande automatique de gain (CAG), des amplificateurs de détection, un amplificateur tampon.

##### 4.8.6 Effets de composant(s) connecté(s) en externe

Des courbes ou données indiquant l'effet du (des) composant(s) connecté(s) en externe qui influencent les caractéristiques peuvent être fournies.

##### 4.8.7 Recommandations pour tout (tous) dispositif(s) associé(s)

Par exemple, il convient de mentionner le découplage de la source d'alimentation par rapport à un dispositif haute fréquence.

##### 4.8.8 Précautions de manipulation

S'il y a lieu, il convient de mentionner les précautions de manipulation spécifiques au circuit (voir également ~~le Chapitre IX de l'IEC 60747-1~~ l'IEC 61340-5-1 et l'IEC 61340-5-2).

#### 4.8.9 Données d'application

#### 4.8.10 Autres informations d'application

#### 4.8.11 Date de publication de la fiche technique

### 5 Méthodes de mesure

#### 5.1 Généralités

##### 5.1.1 Impédances caractéristiques

Les impédances caractéristiques d'entrée et de sortie du système de mesure, représentées dans le circuit de cette norme, sont de 50  $\Omega$ . Si elles ne sont pas de 50  $\Omega$ , il convient de spécifier leur valeur.

##### 5.1.2 Précautions générales

Les précautions générales rapportées dans l'article ~~2~~ 6.3, 6.4 et 6.6 de l'IEC 60747-1:2006, ~~chapitre VII, Section un~~ sont applicables. De plus, il convient de veiller à utiliser les alimentations continues stabilisées, et à découpler en conséquence toutes les tensions d'alimentation de polarisation à la fréquence de mesure. Il convient également de prendre des précautions spéciales concernant l'impédance de charge du circuit d'essai, pour mesurer la puissance de sortie.

Les niveaux de puissance sont indiqués en utilisant l'unité "dBm". L'unité "dBm" exprime un décibel par rapport à 1 mW.

##### 5.1.3 Précautions de manipulation

Lors de la manipulation de dispositifs sensibles à l'électrostatique, les précautions de manipulation indiquées dans ~~l'Article 1 de l'IEC 60747-1, Chapitre IX~~ l'IEC 61340-5-1 et l'IEC 61340-5-2, doivent être observées.

##### 5.1.4 Types

Les dispositifs de cette norme sont à la fois des dispositifs de type boîtier et puce, mesurés au moyen de supports d'essai appropriés.

#### 5.2 Gain (en puissance) linéaire ( $G_{lin}$ )

##### 5.2.1 Objectif

Mesurer le gain linéaire dans les conditions spécifiées.

## 5.2.2 Schéma de circuit

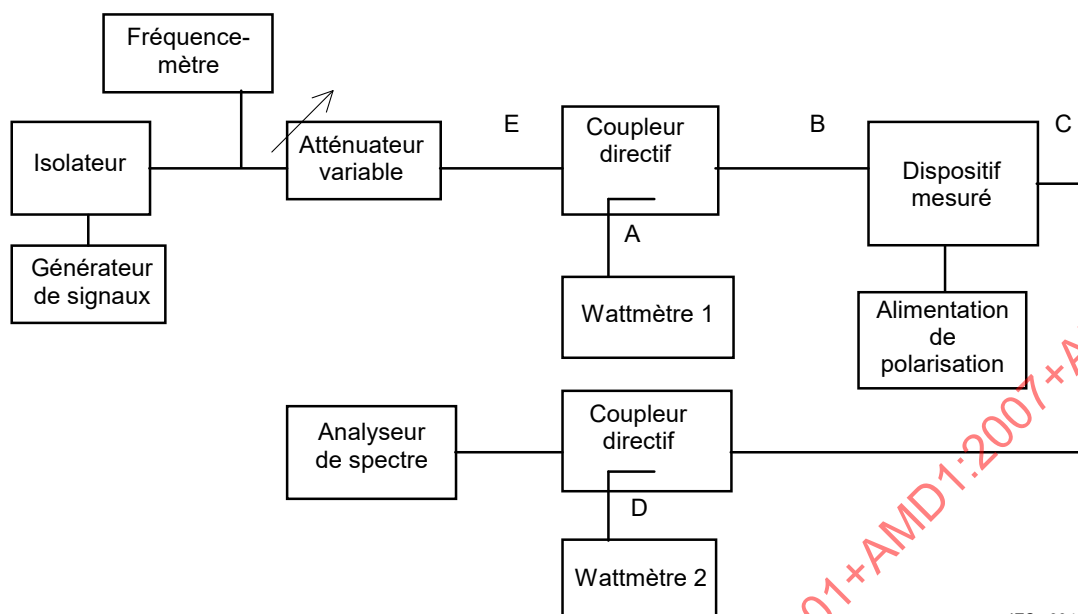


Figure 1 – Circuit pour les mesures du gain linéaire

## 5.2.3 Principe de mesure

Dans le schéma de la figure 1, la puissance d'entrée  $P_i$  et la puissance de sortie  $P_o$  du dispositif mesuré sont obtenues au moyen des équations suivantes:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (1)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (2)$$

dans lesquelles  $P_1$  et  $P_2$  sont les valeurs indiquées par les wattmètres 1 et 2, respectivement.

$$L_1 = L_A - L_B$$

dans lesquelles  $L_A$  est la perte du point E au point A et  $L_B$  est la perte du point E au point B, représentés respectivement sur la figure 1.

$L_2$  est la perte de circuit du point C au point D indiquée sur la figure 1.  $P_i$ ,  $P_o$ ,  $P_1$  et  $P_2$  sont exprimés en dBm.  $L_1$  et  $L_2$  sont exprimés en décibels.

Le gain en puissance  $G_p$  exprimé en dB est obtenu au moyen des équations (1) et (2) comme suit:

$$G_p = P_o - P_i \quad (3)$$

Le gain linéaire  $G_{lin}$  est le gain en puissance mesuré dans la région dans laquelle la variation de la puissance de sortie exprimée en dBm est identique à celle de la puissance d'entrée.

## 5.2.4 Description et exigences du circuit

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

Il convient de mesurer au préalable les pertes de circuit  $L_1$  et  $L_2$ .

### 5.2.5 Précautions à prendre

Il convient d'éliminer les oscillations relevées par l'analyseur de spectre pendant ces mesures. Les sorties doivent pouvoir supporter la puissance d'alimentation.

Il convient de réduire ces réponses parasites et harmoniques de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

### 5.2.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Une puissance d'entrée suffisante est appliquée sur le dispositif mesuré.

En faisant varier la puissance d'entrée, confirmer que la variation de la puissance de sortie en dBm est identique à celle de la puissance d'entrée.

Le gain mesuré dans la région où la variation de la puissance de sortie est identique à celle de la puissance d'entrée est le gain linéaire  $G_{lin}$ .

### 5.2.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence

## 5.3 Uniformité du gain (en puissance) linéaire ( $\Delta G_{lin}$ )

### 5.3.1 Objectif

Mesurer l'uniformité du gain linéaire dans les conditions spécifiées.

### 5.3.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1.

### 5.3.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

Le gain en puissance linéaire est obtenu au moyen de l'équation suivante:

$$\Delta G_{lin} = G_{linmax} - G_{linmin} \quad (4)$$

dans laquelle  $G_{linmax}$  et  $G_{linmin}$  sont le gain linéaire maximal et le gain linéaire minimal dans la bande de fréquences spécifiée à la puissance d'entrée spécifiée, respectivement.

### 5.3.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

### 5.3.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

### 5.3.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Un niveau de puissance d'entrée suffisant est appliqué sur le dispositif mesuré.

En faisant varier le niveau de la puissance d'entrée, confirmer que la variation de la puissance de sortie en dBm est identique à celle de la puissance d'entrée.

Choisir le niveau de puissance d'entrée approprié pour mesurer le gain linéaire.

Modifier la fréquence dans la bande de fréquences spécifiée avec le même niveau de puissance d'entrée.

Obtenir le gain linéaire maximal  $G_{linmax}$  et le gain linéaire minimal  $G_{linmin}$  dans la bande de fréquences spécifiée.

L'uniformité du gain linéaire  $\Delta G_{lin}$  est obtenue au moyen de l'équation (4).

### 5.3.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Bande de fréquences

## 5.4 Gain en puissance ( $G_p$ )

### 5.4.1 Objectif

Mesurer le gain en puissance dans les conditions spécifiées.

### 5.4.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1.

### 5.4.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

### 5.4.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

### 5.4.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

### 5.4.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance d'entrée spécifiée  $P_i$  est appliquée sur le dispositif mesuré.

La puissance de sortie  $P_o$  est mesurée.



#### 5.4.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Puissance d'entrée

### 5.5 Uniformité du gain (en puissance) ( $\Delta G_p$ )

#### 5.5.1 Objectif

Mesurer l'uniformité du gain en puissance dans les conditions spécifiées.

#### 5.5.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la Figure 1.

#### 5.5.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

L'uniformité du gain en puissance est obtenue au moyen de l'équation suivante:

$$\Delta G_p = G_{p\max} - G_{p\min} \quad (5)$$

dans laquelle  $G_{p\max}$  et  $G_{p\min}$  sont le gain en puissance maximal et le gain en puissance minimal dans la bande de fréquences spécifiée à la puissance d'entrée spécifiée, respectivement.

#### 5.5.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

#### 5.5.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

#### 5.5.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance d'entrée  $P_i$  est appliquée sur le dispositif mesuré.

La puissance de sortie  $P_o$  est mesurée.

Le gain en puissance est calculé au moyen de l'équation (3).

La fréquence dans la bande de fréquences spécifiée présente une variation continue avec le même niveau de puissance d'entrée.

Obtenir le gain en puissance maximal  $G_{p\max}$  et le gain en puissance minimal  $G_{p\min}$  dans la bande de fréquences spécifiée.

L'uniformité du gain en puissance est obtenue au moyen de l'équation (5).

### 5.5.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Bande de fréquences
- Puissance d'entrée

## 5.6 Réduction du gain (maximum disponible) ( $\Delta G_{\text{red}}$ )

### 5.6.1 Objectif

Mesurer la réduction du gain d'un amplificateur à commande automatique de gain (CAG) dans les conditions spécifiées.

### 5.6.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1, dans lequel l'alimentation de polarisation contient une polarisation de la CAG.

### 5.6.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

### 5.6.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

### 5.6.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

### 5.6.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La polarisation CAG est réglée aux valeurs spécifiées, pour donner le gain linéaire maximal  $G_{\text{linmax}}$ .

Une puissance d'entrée suffisante est appliquée sur le dispositif mesuré.

En faisant varier la puissance d'entrée, confirmer que la variation de la puissance de sortie en dBm est identique à celle de la puissance d'entrée.

Le gain mesuré dans la région où la variation de la puissance de sortie est identique à celle de la puissance d'entrée est le gain linéaire maximal  $G_{\text{linmax}}$ .

La polarisation CAG est réglée à la valeur spécifiée, pour donner le gain linéaire minimal  $G_{\text{linmin}}$ .

Le gain linéaire minimal  $G_{\text{linmin}}$  est mesuré en dB de la même manière que ce qui est indiqué ci-dessus.

$$\Delta G_{\text{red}} = G_{\text{linmax}} - G_{\text{linmin}} \quad (6)$$

### 5.6.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence

- Conditions de polarisation
- Fréquence
- La polarisation CAG donnant le gain linéaire maximal et le gain linéaire minimal

## 5.7 Puissance de sortie limite ( $P_{o(ltg)}$ ) et uniformité de la puissance de sortie limite ( $\Delta P_{o(ltg)}$ )

### ~~Uniformité de la puissance de sortie limite ( $\Delta P_{o(ltg)}$ )~~

#### 5.7.1 Objectif

Mesurer la puissance de sortie limite et l'uniformité de la puissance de sortie limite dans les conditions spécifiées.

#### 5.7.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1.

#### 5.7.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

#### 5.7.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

#### 5.7.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

#### 5.7.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance d'entrée  $P_i$  est appliquée sur le dispositif mesuré.

La puissance de sortie  $P_o$  est mesurée.

En faisant varier la puissance d'entrée entre les limites inférieure et supérieure de la plage limite, trouver les puissances de sortie minimale et maximale ( $P_{o(ltg,min)}$  et  $P_{o(ltg,max)}$ ).

La puissance de sortie limite ( $P_{o(ltg)}$ ) et l'uniformité de la puissance de sortie limite ( $\Delta P_{o(ltg)}$ ) sont obtenues au moyen des équations suivantes:

$$P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} \quad (7)$$

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)} \quad (8)$$

#### 5.7.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Limite inférieure de la plage limite
- Limite supérieure de la plage limite

## **5.8 Puissance de sortie ( $P_o$ )**

### **5.8.1 Objectif**

Mesurer la puissance de sortie dans les conditions spécifiées.

### **5.8.2 Schéma de circuit**

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1.

### **5.8.3 Principe de mesure**

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

### **5.8.4 Description et exigences du circuit**

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

### **5.8.5 Précautions à prendre**

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

### **5.8.6 Procédure de mesure**

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Les conditions de polarisation spécifiées sont appliquées.

La puissance d'entrée est appliquée avec la valeur spécifiée sur le dispositif mesuré.

La puissance de sortie est mesurée.

### **5.8.7 Conditions spécifiées**

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Bande de fréquences
- Puissance d'entrée

## **5.9 Puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB ( $P_{o(1dB)}$ )**

### **5.9.1 Objectif**

Mesurer la puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB dans les conditions spécifiées.

### **5.9.2 Schéma de circuit**

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 1.

### **5.9.3 Principe de mesure**

Voir le principe de mesure en 5.2.3.

La puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB  $P_{o(1dB)}$ , est la valeur pour laquelle le gain diminue de 1 dB, par rapport au gain linéaire.

#### 5.9.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

#### 5.9.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

#### 5.9.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Une puissance d'entrée suffisante est appliquée sur le dispositif mesuré.

En faisant varier la puissance d'entrée, confirmer que la variation de la puissance de sortie en décibels est identique à celle de la puissance d'entrée.

Le gain mesuré dans la région où la variation de la puissance de sortie en décibels est identique à celle de la puissance d'entrée est le gain linéaire  $G_{lin}$ .

La puissance d'entrée est augmentée jusqu'à ce que le gain diminue de 1 dB par rapport au gain linéaire  $G_{lin}$ .

La puissance de sortie est mesurée au point de compression de gain de 1 dB.

#### 5.9.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence

#### 5.10 Facteur de bruit ( $F$ )

##### 5.10.1 Objectif

Mesurer le facteur de bruit dans les conditions spécifiées.

### 5.10.2 Schéma de circuit

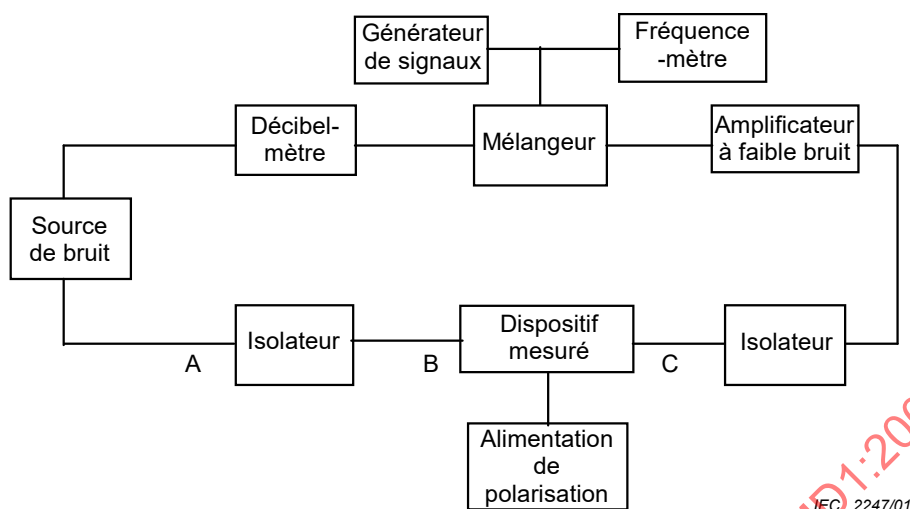


Figure 2 – Circuit de base pour la mesure du facteur de bruit

### 5.10.3 Principe de mesure

Le facteur de bruit  $F$  du dispositif mesuré est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$F = 10 \log \left[ 10^{(F_{12} - L_1) / 10} \frac{10^{(F_2 / 10)} - 1}{10^{(G_{lin} / 10)}} \right] \quad (9)$$

dans laquelle

$F_{12}$  est le facteur de bruit global;

$L_1$  est la perte de circuit du point A au point B;

$F_2$  est le facteur de bruit après le point C au niveau de la sortie;

$G_{lin}$  est le gain linéaire du dispositif mesuré;

$F_{12}$ ,  $F_2$ ,  $G_{lin}$  et  $L_1$  sont exprimés en dB.

La mesure du facteur de bruit est réalisée en utilisant la méthode de mesures chaude et froide.

$F_{12}$ ,  $F_2$  et  $G_{lin}$  sont calculés comme suit:

$$F_{12} = 10 \log \left( \frac{10^{ENR/10}}{(P_{N1} / P_{N2}) - 1} \right) \quad (10)$$

$$F_2 = 10 \log \left( \frac{10^{ENR/10}}{(P_{N3} / P_{N4}) - 1} \right) \quad (11)$$

$$G_{lin} = 10 \log \left( \frac{P_{N1} - P_{N2}}{P_{N3} - P_{N4}} \right) \quad (12)$$

dans laquelle

$ENR$  est le rapport de bruit excédentaire de la source de bruit exprimée en décibels;

$P_{N1}$  et  $P_{N2}$  exprimés en watts, sont les puissances de bruit mesurées respectivement dans les états chaud et froid de la source de bruit;

$P_{N3}$  et  $P_{N4}$  exprimés en watts, sont les puissances de bruit mesurées respectivement dans les états chaud et froid de la source de bruit, dans le cas où le point A est directement connecté au point C de la figure 2.

La température de la mesure est 290 K.

#### 5.10.4 Description et exigences du circuit

Il convient de mesurer au préalable la perte de circuit  $L_1$ .

#### 5.10.5 Précautions à prendre

La totalité du circuit doit être protégée contre les interférences électromagnétiques et mise à la terre pour empêcher l'influence de signaux parasites. Pour la mesure du facteur de bruit dans la condition de la bande latérale unique, l'image et les autres réponses parasites qui sont produites par le mélangeur requièrent une attention toute particulière.

Il convient de réduire ces réponses parasites de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

#### 5.10.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est ajustée à la condition spécifiée.

Pour mesurer la contribution en bruit du système de mesure, connecter le point A au point C sur la figure 2 sans le dispositif à mesurer.

Les puissances de bruit  $P_{N3}$  et  $P_{N4}$ , correspondant respectivement aux sources de bruit chaude et froide sont mesurées.

Le dispositif mesuré est inséré de la manière indiquée sur la figure 2.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Mesurer les puissances de bruit  $P_{N1}$  et  $P_{N2}$ , correspondant respectivement aux sources de bruit chaude et froide.

Le facteur de bruit, en décibels, est calculé au moyen de l'équation (9).

NOTE Régler l'impédance d'entrée et de sortie du dispositif mesuré pour qu'elles coïncident, s'il y a lieu.

#### 5.10.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Bande latérale simple ou bande latérale double

### 5.11 Distorsion d'intermodulation (à deux tonalités) ( $P_n/P_1$ )

#### 5.11.1 Objectif

Mesurer la distorsion d'intermodulation dans les conditions spécifiées.

### 5.11.2 Schéma de circuit

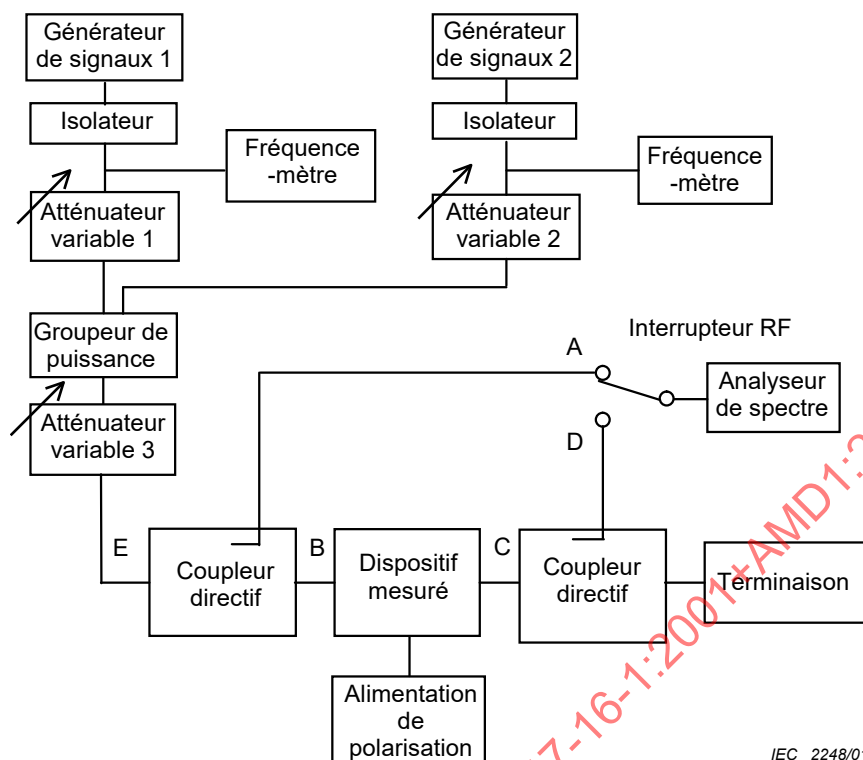


Figure 3 – Circuit de base pour les mesures de la distortion d'intermodulation à deux fréquences porteuses

### 5.11.3 Principe de mesure

Dans le schéma de la figure 3, la puissance d'entrée  $P_i$  et les puissances de sortie  $P_0$ ,  $P_1$  et  $P_n$  du dispositif mesuré sont obtenues au moyen des équations suivantes:

$$P_i = P_a + L_1 \quad (13)$$

$$P_0, P_1 = P_b + L_2 \quad (14)$$

$$P_n = P_c + L_2 \quad (15)$$

dans lesquelles

$P_0$ ,  $P_1$  et  $P_n$  sont respectivement les puissances du signal de la composante fondamentale et de la distortion d'intermodulation;

$P_a$ ,  $P_b$  et  $P_c$  sont les valeurs indiquées par l'analyseur de spectre correspondant respectivement à  $P_i$ ,  $P_0$ ,  $P_1$  et  $P_n$ ;

$L_1$  est la différence entre les pertes  $L_A$  et  $L_B$  où  $L_A$  est la perte du point E au point A et  $L_B$  est la perte du point E au point B indiquées sur la figure 3, respectivement.  $L_2$  est la perte de circuit du point C au point D indiquée sur la figure 3.  $P_i$ ,  $P_1$ ,  $P_n$ ,  $P_a$ ,  $P_b$  et  $P_c$  sont exprimés en dBm.  $L_1$  et  $L_2$  sont exprimés en décibels.

La distortion d'intermodulation,  $P_n/P_1$ , qui est exprimée en dBc, est obtenue au moyen des équations (14) et (15) comme suit:

$$P_n/P_1 = P_n - P_0, P_1 = P_c - P_b \quad (16)$$



#### 5.11.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

L'atténuateur variable 3 peut être éliminé.

#### 5.11.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

Il est recommandé de raccorder le port D, lorsque l'interrupteur est connecté à la position A, et vice versa.

#### 5.11.6 Procédure de mesure

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

L'interrupteur est connecté à la position A.

Le générateur de signaux 1 est activé et le signal de la composante fondamentale est appliqué au dispositif mesuré, avec le niveau spécifié  $P_i$ , au moyen de l'analyseur de spectre et de l'atténuateur variable 1.

Le générateur de signaux 2 est activé et un autre signal est ajouté sur le dispositif mesuré, avec le même niveau que le signal de la composante fondamentale, au moyen de l'analyseur de spectre et de l'atténuateur variable 2.

L'interrupteur est connecté à la position D.

Les puissances de sortie  $P_b$  et  $P_c$  en dB du signal de la composante fondamentale et des produits d'intermodulation sont mesurées au moyen de l'analyseur de spectre.

La distorsion d'intermodulation pour la puissance d'entrée spécifiée  $P_i$  est obtenue au moyen des équations (13) à (16).

#### 5.11.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Puissance d'entrée
- Fréquences

### 5.12 Puissance au point d'interception (pour les produits d'intermodulation) ( $P_{n(IP)}$ )

#### 5.12.1 Objectif

Mesurer la puissance au point d'interception pour les produits d'intermodulation dans les conditions spécifiées.

#### 5.12.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit en 5.11.2.

#### 5.12.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.11.3.

#### 5.12.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.11.4.

#### 5.12.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.11.5.

#### 5.12.6 Procédure de mesure

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

L'interrupteur est connecté à la position A.

Le générateur de signaux 1 est activé et le signal de la composante fondamentale est appliqué au dispositif mesuré, avec le niveau spécifié, au moyen de l'analyseur de spectre et de l'atténuateur variable 1.

Le générateur de signaux 2 est activé et un autre signal est appliqué au dispositif mesuré, avec le même niveau que le signal de la composante fondamentale, au moyen de l'analyseur de spectre et de l'atténuateur variable 2.

L'interrupteur est connecté à la position D.

Les puissances de sortie du signal de la composante fondamentale et les produits d'intermodulation spécifiés sont mesurés au moyen de l'analyseur de spectre.

Pour changer le niveau de puissance des signaux d'entrée au moyen de l'atténuateur variable 3, la procédure ci-dessus est renouvelée dans la gamme spécifiée.

Les données obtenues sont tracées.

Les lignes droites du signal de la composante fondamentale et des produits d'intermodulation dans la région linéaire sont étendues.

La puissance de sortie au point d'interception des deux lignes étendues est la puissance au point d'interception pour les produits d'intermodulation, c'est-à-dire de deuxième ordre, de troisième ordre, etc., dans les conditions spécifiées requises en 5.12.7.

#### 5.12.7 Conditions spécifiées

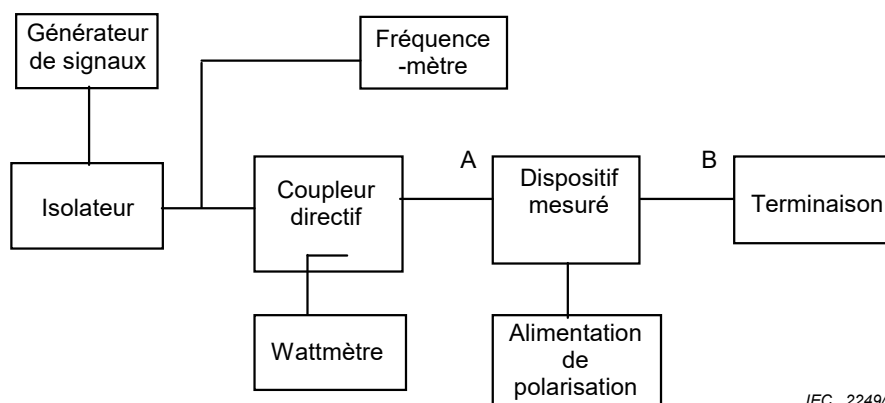
- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Puissance d'entrée
- Fréquences
- Plage de puissance d'entrée

#### 5.13 Amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée) ( $|S_{11}|$ )

##### 5.13.1 Objectif

Mesurer l'amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée) dans les conditions spécifiées.

### 5.13.2 Schéma de circuit



IEC 2249/01

**Figure 4 – Circuit pour les mesures d'amplitude du coefficient de réflexion d'entrée/ de sortie (affaiblissement de réflexion d'entrée/de sortie)**

NOTE Un analyseur de réseau peut être utilisé pour mesurer l'amplitude du coefficient de réflexion (affaiblissement de réflexion d'entrée/de sortie).

### 5.13.3 Principe de mesure

Pour cette mesure, l'amplitude du coefficient de réflexion est exprimée en affaiblissement de réflexion, qui est communément utilisé. Ainsi, le signe de l'affaiblissement de réflexion est opposé à celui de l'amplitude du coefficient de réflexion en décibels.

L'affaiblissement de réflexion d'entrée est obtenu au moyen de l'équation suivante:

$$-|S_{11}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (17)$$

dans laquelle

$P_1$  est la puissance mesurée lorsque la ligne au point A est soit court-circuitée soit réalisée en circuit ouvert;

$P_2$  est la puissance mesurée lorsque le dispositif mesuré est inséré.

### 5.13.4 Description et exigences du circuit

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

Le port d'entrée du dispositif mesuré est connecté au coupleur directif, et d'autres ports RF sont connectés à la terminaison.

La directivité du coupleur directif doit être suffisante pour éviter une erreur excessive dans la valeur d'affaiblissement de réflexion du dispositif mesuré.

### 5.13.5 Précautions à prendre

Voir ce qui est spécifié en 5.1.2.

### 5.13.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est réglée à la valeur spécifiée.

Les points A et B sont déconnectés.

La ligne au point A est soit court-circuitée soit réalisée en circuit ouvert.

Le résultat du wattmètre est enregistré en tant que  $P_1$ .

Le dispositif mesuré est inséré entre les points A et B.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Le résultat du wattmètre est à nouveau enregistré en tant que  $P_2$ .

L'affaiblissement de réflexion d'entrée est calculé par l'équation (17).

#### 5.13.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Puissance d'entrée

#### 5.14 Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) ( $|s_{22}|$ , $|S_{22}|$ )

La définition du paramètre d'amplitude du coefficient de réflexion de sortie  $|s_{22}|$ ,  $|S_{22}|$  est la seule pour toutes les conditions de fonctionnement des dispositifs; cependant, il est nécessaire d'appliquer les différentes méthodes de mesure selon les conditions de fonctionnement. A noter que la valeur de  $|s_{22}|$ ,  $|S_{22}|$  dépend du niveau de puissance de sortie en fonctionnement.

La méthode décrite en 5.14.1 est destinée à la mesure dans la condition de fonctionnement en faibles signaux, tandis qu'en 5.14.2 est la méthode de mesure pour la condition de fonctionnement en grands signaux.

##### 5.14.1 Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en faibles signaux

###### 5.14.1.1 Objectif

Mesurer l'amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans les conditions en faibles signaux spécifiées.

###### 5.14.1.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 4.

###### 5.14.1.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.13.3.

L'affaiblissement de réflexion de sortie est obtenu au moyen de l'équation suivante:

$$|s_{22}|, |S_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (18)$$

dans laquelle

$P_1$  est la puissance mesurée lorsque la ligne au point A est soit court-circuitée soit réalisée en circuit ouvert;

$P_2$  est la puissance mesurée lorsque le dispositif mesuré est inséré.

#### 5.14.1.4 Description et exigences du circuit

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

Le port de sortie du dispositif mesuré est connecté au coupleur directif, et d'autres ports RF sont connectés à la terminaison.

La directivité du coupleur directif doit être suffisante pour éviter une erreur excessive dans la valeur d'affaiblissement de réflexion du dispositif mesuré.

#### 5.14.1.5 Précautions à prendre

Voir ce qui est spécifié en 5.1.2.

#### 5.14.1.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Les points A et B sont déconnectés.

La ligne au point A est soit court-circuitée soit réalisée en circuit ouvert.

Le résultat du wattmètre est enregistré en tant que  $P_1$ .

Le dispositif mesuré est inséré entre les points A et B.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Le résultat du wattmètre est à nouveau enregistré en tant que  $P_2$ .

L'affaiblissement de réflexion de sortie est calculé par l'équation (18).

#### 5.14.1.7 Conditions spécifiées

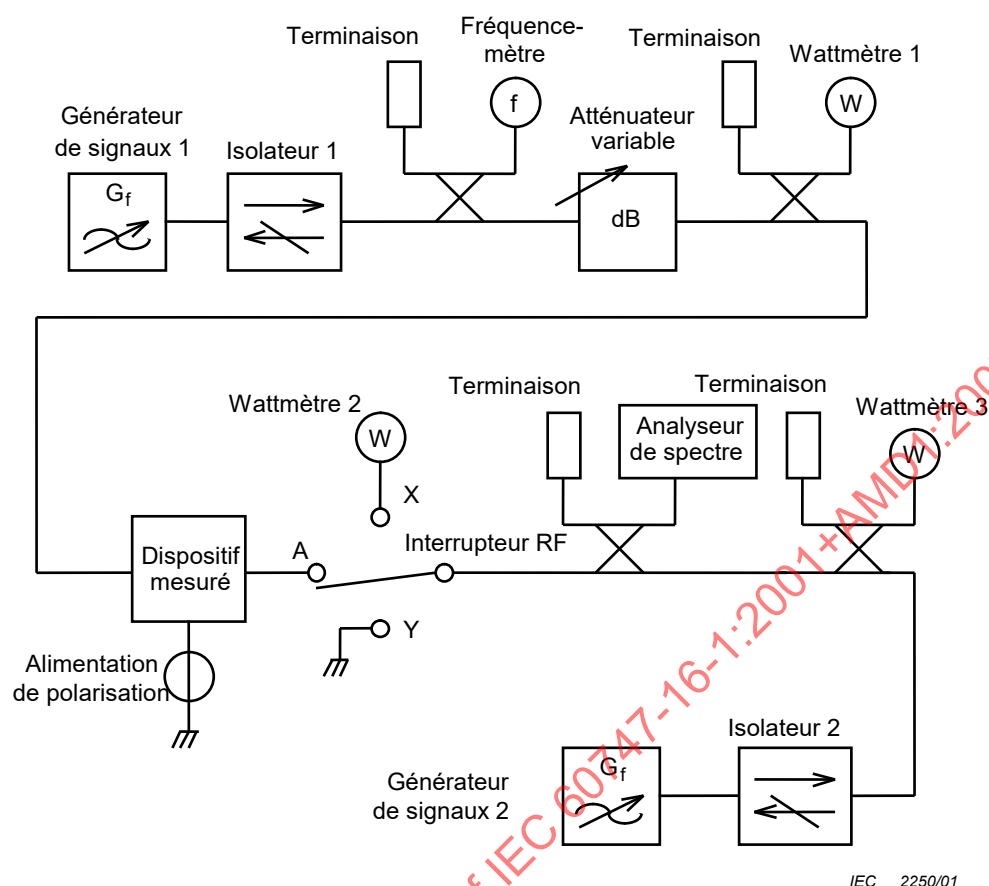
- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Puissance d'entrée

### 5.14.2 Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en grands signaux

#### 5.14.2.1 Objectif

Mesurer l'amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie  $|S_{22}|$ ) dans la condition de fonctionnement en grands signaux spécifiée.

### 5.14.2.2 Schéma de circuit



IEC 2250/01

Figure 5 – Circuit pour la mesure du coefficient de réflexion de sortie

### 5.14.2.3 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.13.3.

L'affaiblissement de réflexion de sortie est obtenu au moyen de l'équation suivante:

$$-s_{22} + |S_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (19)$$

dans laquelle

$P_1$  est la valeur indiquée sur l'analyseur de spectre lorsque l'interrupteur r.f. est positionné sur Y, exprimée en dBm;

$P_2$  est la valeur indiquée sur l'analyseur de spectre lorsque l'interrupteur r.f. est positionné sur A, exprimée en dBm.

### 5.14.2.4 Description et exigences du circuit

Les isolateurs ont pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

Le générateur de signaux 1 fournit une puissance spécifiée au dispositif mesuré, et le générateur 2 est une source de signal destinée à mesurer le coefficient de réflexion de sortie

$-s_{22} +$

#### 5.14.2.5 Précautions à prendre

Il convient d'éliminer les oscillations relevées par l'analyseur de spectre pendant ces mesures.

Il convient de réduire ces réponses parasites ou harmoniques des générateurs de signaux de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

Séparer la fréquence du générateur de signaux 1 ( $f_1$ ) et du générateur 2 ( $f_2$ ) parmi les réponses en fréquence négligeables du dispositif mesuré.

#### 5.14.2.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux 1 pour le signal d'entrée à la valeur spécifiée ( $f_1$ ).

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux 2 pour le signal de réflexion de sortie à la valeur spécifiée ( $f_2$ ).

L'interrupteur RF est positionné sur X.

Il convient d'ajuster la puissance du générateur de signaux 2 à 20 dB de moins que la puissance de sortie spécifiée du dispositif mesuré.

L'interrupteur RF est positionné sur Y.

Il convient d'enregistrer la puissance indiquée sur l'analyseur de spectre ( $P_1$ ).

L'interrupteur RF est positionné sur A.

Les polarisations sont appliquées dans les conditions spécifiées.

Il convient d'appliquer la puissance spécifiée sur le dispositif mesuré.

Enregistrer la puissance indiquée sur l'analyseur de spectre ( $P_2$ ).

Le coefficient de réflexion de sortie  $\Gamma_{s22}$  est calculé au moyen de l'équation (19).

#### 5.14.2.7 Conditions spécifiées

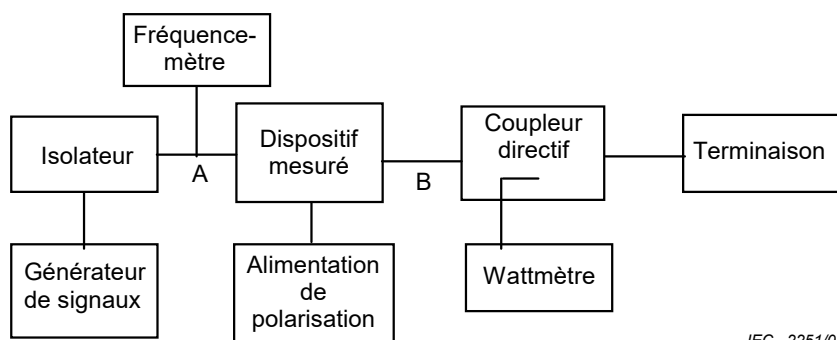
- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquences
- Puissance d'entrée
- Puissance de sortie

### 5.15 Amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation) ( $\Gamma_{s12}$ | $S_{12}$ |)

#### 5.15.1 Objectif

Mesurer l'amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation) dans les conditions spécifiées.

### 5.15.2 Schéma de circuit



**Figure 6 – Circuit pour la mesure de l'isolation**

NOTE Un analyseur de spectre peut également être utilisé pour mesurer l'amplitude de l'isolation.

### 5.15.3 Principe de mesure

Le port de sortie du dispositif mesuré est connecté à l'isolateur, et le port d'entrée est connecté à la terminaison.

La puissance d'entrée au point A est  $P_1$  et la puissance de sortie au point B est  $P_2$ .

L'isolation est obtenue au moyen de l'équation (20) comme suit:

$$-12 \quad |S_{12}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (20)$$

### 5.15.4 Description et exigences du circuit

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelles que soient les désadaptations d'impédance aux ports de sortie.

Le port de sortie du dispositif mesuré est connecté à l'isolateur, et le port d'entrée est connecté à la terminaison.

La plage dynamique du wattmètre doit être importante en comparaison du coefficient de transmission inverse du dispositif mesuré.

### 5.15.5 Précautions à prendre

Voir ce qui est spécifié en 5.1.2.

### 5.15.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Les points A et B sont connectés sans insérer le dispositif mesuré.

Le résultat de puissance d'entrée indiqué par les dispositifs de mesure est enregistré en tant que  $P_1$ .

Le dispositif mesuré est ensuite inséré entre les points A et B.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance de sortie enregistrée alors par le dispositif de mesure est notée  $P_2$ .



Le coefficient de transmission inverse est obtenu au moyen de l'équation (20).

### 5.15.7 Conditions spécifiées

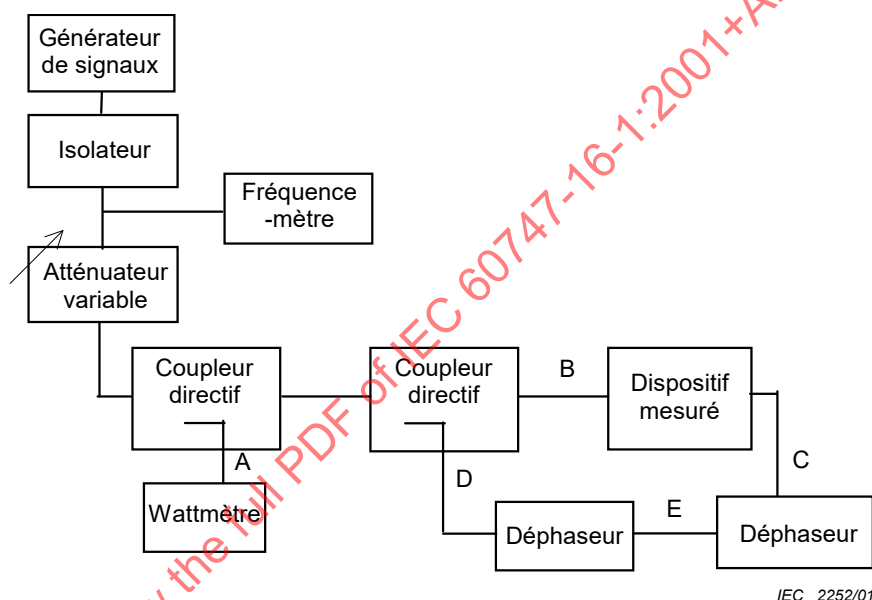
- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Puissance d'entrée

## 5.16 Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase ( $\alpha_{(AM-PM)}$ )

### 5.16.1 Objectif

Mesurer le coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase dans les conditions spécifiées.

### 5.16.2 Schéma de circuit



**Figure 7 – Circuit de base pour la mesure de  $\alpha_{(AM-PM)}$**

NOTE Un analyseur de réseau peut également être utilisé pour mesurer le coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase.

### 5.16.3 Principe de mesure

Dans le schéma de circuit représenté sur la figure 7, la puissance d'entrée  $P_i$  est obtenue au moyen de l'équation suivante:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (21)$$

dans laquelle

$P_1$  est la valeur indiquée par le wattmètre;

$L_1$  est la perte de circuit du point A au point B représentés sur la figure 7.

La phase du signal de sortie  $\phi_0$  dans le schéma de circuit est obtenue au moyen de l'équation suivante:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (22)$$

dans laquelle

$\phi_1$ ,  $\phi_2$  sont respectivement les différences de phase du point B au point C et du point D au point E représentés sur la figure 7, à la puissance d'entrée spécifiée  $P_i$ .

$P_i$ ,  $P_1$  sont exprimés en dBm.  $L_1$  est exprimé en décibels.  $\phi_0$ ,  $\phi_1$ , et  $\phi_2$  sont exprimés en degrés.

Le coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase est obtenu au moyen des équations (21) et (22) comme suit:

$$\alpha_{(AM-PM)} = \Delta\phi_0/\Delta P_1 \quad (23)$$

dans lesquelles

$\Delta P_1$  est la variation de puissance d'entrée selon la modulation de l'atténuateur variable;

$\Delta\phi_0$  est la déviation de phase du signal correspondant à la variation de puissance d'entrée.

#### 5.16.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

Il est préférable que la phase de signal à travers les circuits soit mesurée au préalable, et que le déphaseur représenté sur la figure 7 soit réglé à  $\phi_0 = 0$  pour faciliter le calcul de la déviation, avant d'installer le dispositif à mesurer.

#### 5.16.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

Il convient de réduire les réponses harmoniques ou parasites du générateur de signaux et du dispositif mesuré à un niveau négligeable.

#### 5.16.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Une puissance d'entrée spécifiée est appliquée sur le dispositif mesuré.

Mesurer la phase des signaux  $\phi_1$  and  $\phi_2$ , puis calculer  $\phi_0$  selon l'équation (22).

En augmentant la puissance d'entrée, mesurer et calculer à nouveau  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , et  $\phi_0$ .

Coefficient de conversion:  $\alpha_{(AM-PM)}$  est déterminé par l'équation (23) à la puissance d'entrée spécifiée.

#### 5.16.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Puissance d'entrée
- Fréquence
- Incrément de la puissance d'entrée

### 5.17 Temps de retard de groupe ( $t_{d(grp)}$ )

#### 5.17.1 Objectif

Mesurer le temps de retard de groupe dans les conditions spécifiées.

### 5.17.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté sur la figure 7.

NOTE Un analyseur de réseau peut également être utilisé pour mesurer le temps de retard de groupe.

### 5.17.3 Principe de mesure

Dans le schéma de circuit représenté sur la figure 7, la phase du signal de sortie  $\phi_0$  est obtenue au moyen de l'équation suivante:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (24)$$

dans laquelle

$\phi_1$ ,  $\phi_2$  sont respectivement les différences de phase du point B au point C et du point D au point E, à la fréquence angulaire du signal d'entrée spécifiée  $\omega$ .

$\phi_0$ ,  $\phi_1$ , et  $\phi_2$  sont exprimés en radians;

$\omega$  est exprimé en radians par seconde.

Le temps de retard de groupe est obtenu au moyen de l'équation (24) comme suit:

$$t_{d(\text{grp})} = -\Delta\phi_0/\Delta\omega \quad (25)$$

dans laquelle

$\Delta\omega$  est la variation de la fréquence angulaire du signal d'entrée;

$\Delta\phi_0$  est la déviation de phase du signal correspondant à la variation de fréquence d'entrée.

### 5.17.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

Il convient de mesurer la phase du signal à travers le circuit au préalable et de régler le déphaseur représenté sur la figure 7 à  $\phi_0 = 0$ , avant d'installer le dispositif à mesurer.

### 5.17.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.16.5.

### 5.17.6 Procédure de mesure

Il convient de régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

Une puissance d'entrée spécifiée est appliquée sur le dispositif mesuré.

Mesurer la phase des signaux  $\phi_1$  et  $\phi_2$ , puis calculer  $\phi_0$  selon l'équation (24).

En augmentant la fréquence d'entrée, mesurer et calculer à nouveau  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , et  $\phi_0$ .

Temps de retard de groupe:  $t_{d(\text{grp})}$  est déterminé par l'équation (25) à la fréquence angulaire d'entrée spécifiée.

### 5.17.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Puissance d'entrée

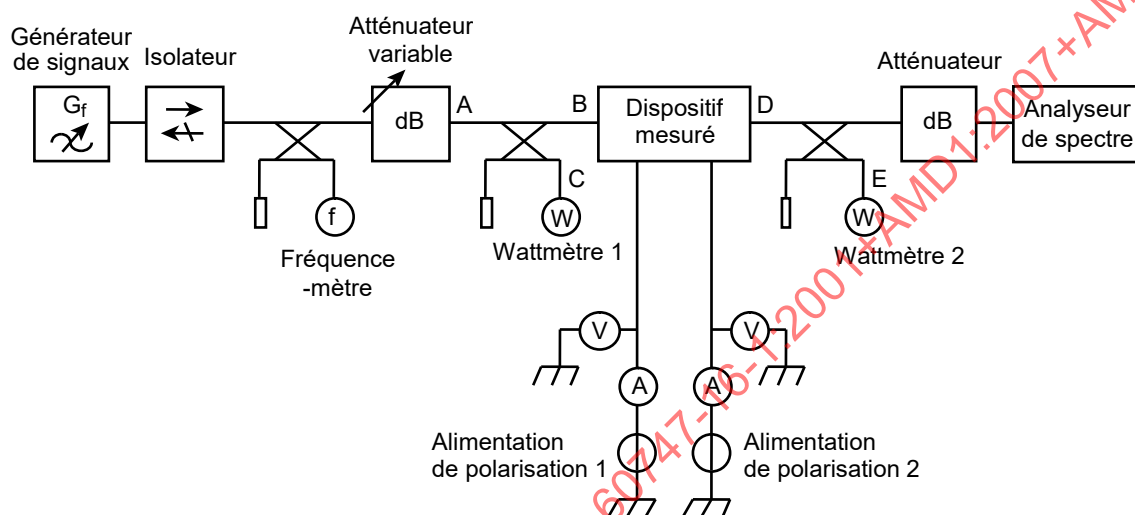
- Fréquence
- Incrément de la fréquence d'entrée

## 5.18 Rendement en puissance ajoutée ( $\eta_{add}$ )

### 5.18.1 Purpose

Mesurer le rendement en puissance ajoutée dans les conditions spécifiées.

### 5.18.2 Schéma de circuit



IEC 2253/01

Figure 8 – Circuit pour la mesure du rendement en puissance ajoutée

### 5.18.3 Principe de mesure

Dans le schéma de circuit représenté sur la figure 8, la puissance d'entrée  $P_i$  et la puissance de sortie  $P_o$  en dBm sont obtenues à partir des équations suivantes:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (26)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (27)$$

dans lesquelles

$P_1$  est la valeur indiquée par le wattmètre 1, en dBm;

$P_2$  est la valeur indiquée par le wattmètre 2, en dBm;

$L_1$  est la (perte du point A au point B, en dB) – (perte du point A au point C, en dB);

$L_2$  est la perte du point D au point E, en dB.

Le rendement en puissance ajoutée  $\eta_{add}$  est obtenu au moyen de l'équation:

$$\eta_{add} = \frac{(10^{P_o/10} - 10^{P_i/10})/1000}{|V_1 \cdot I_1| + |V_2 \cdot I_2|} \quad (28)$$

dans laquelle

$V_1$  est la tension continue, en V, appliquée au dispositif par l'alimentation de polarisation 1;

$I_1$  est le courant continu, en A, fourni au dispositif par l'alimentation de polarisation 1;

$V_2$  est la tension continue de commande, en V, appliquée au dispositif par l'alimentation de polarisation 2;

$I_2$  est le courant continu de commande, en A, fourni au dispositif par l'alimentation de polarisation 2.

NOTE 1 Le rendement en puissance ajoutée est normalement exprimé en pourcentage; c'est-à-dire  $100 \times \eta_{add}$  d'après l'équation (28).

NOTE 2 Parfois, la valeur  $P_i$  est négligée dans l'équation (28) car elle est généralement beaucoup moins important que  $P_o$ .

#### 5.18.4 Description et exigences du circuit

L'alimentation de polarisation 2 est destinée à la commande de gain du dispositif mesuré. Il convient de mesurer  $L_1$  et  $L_2$  au préalable.

#### 5.18.5 Précautions à prendre

Il convient de vérifier le signal de sortie et l'oscillation au moyen d'un analyseur de spectre. Il convient d'éliminer les oscillations pendant ces mesures. Il convient de réduire les réponses parasites ou harmoniques du générateur de signaux de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

#### 5.18.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est réglée à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance de sortie  $P_o$  est réglée à la valeur spécifiée en ajustant  $V_2$ ,  $I_2$  ou la puissance d'entrée  $P_i$ .

Les courants et tensions de polarisation continus sont mesurés.

Le rendement en puissance ajoutée  $\eta_{add}$  est calculé au moyen de l'équation (28).

#### 5.18.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence
- Puissance de sortie

### 5.19 Taux de distorsion de l'harmonique de rang n ( $P_{nth}/P_1$ )

#### 5.19.1 Objectif

Mesurer le taux de distorsion de l'harmonique de rang n ( $P_n/P_1$ ) dans les conditions spécifiées.

## 5.19.2 Schéma de circuit

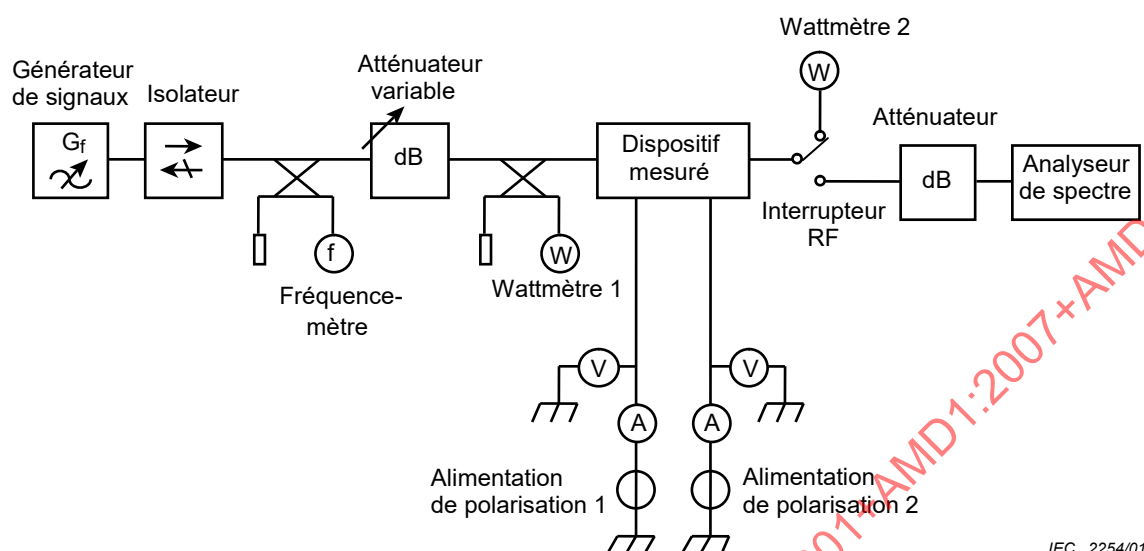


Figure 9 – Circuit pour les mesures du taux de distortion de l'harmonique de rang  $n$

## 5.19.3 Principe de mesure

Dans le schéma de circuit représenté sur la Figure 9, le taux de distortion de l'harmonique de rang  $n$   $P_{nth}/P_1$  en dBc est obtenu au moyen de l'équation (29):

$$P_{nth}/P_1 = P_{nth} - P_1 \text{ (dBc)} \quad (29)$$

dans laquelle

$P_1$  est la puissance de la fréquence fondamentale mesurée par l'analyseur de spectre en dBm;

$P_n$  est la puissance de la composante harmonique de rang  $n$  mesurée par l'analyseur de spectre en dBm;

## 5.19.4 Description et exigences du circuit

L'alimentation de polarisation 2 est destinée à la commande de gain du dispositif mesuré.

## 5.19.5 Précautions à prendre

Il convient de vérifier le signal de sortie et l'oscillation au moyen d'un analyseur de spectre.

Il convient d'éliminer les oscillations pendant ces mesures.

Il convient de réduire les réponses parasites ou harmoniques du générateur de signaux de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

## 5.19.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est réglée à la valeur spécifiée.

La polarisation  $V_1$  ou  $I_1$  est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance de sortie  $P_o$  est réglée à la valeur spécifiée en ajustant  $V_2$ ,  $I_2$  ou la puissance d'entrée  $P_i$ .

La puissance de la fréquence fondamentale  $P_1$  et la puissance de la composante harmonique de rang  $n$ ,  $P_n$  sont mesurées par l'analyseur de spectre.

Le taux de distorsion de l'harmonique de rang  $n$  ( $P_n/P_1$ ) est calculé au moyen de l'équation (29).

### 5.19.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence (fondamentale)
- Puissance d'entrée
- Puissance de sortie

## 5.20 Puissance de bruit en sortie ( $P_N$ )

### 5.20.1 Objectif

Mesurer la puissance de bruit en sortie dans les conditions spécifiées.

### 5.20.2 Schémas des circuits

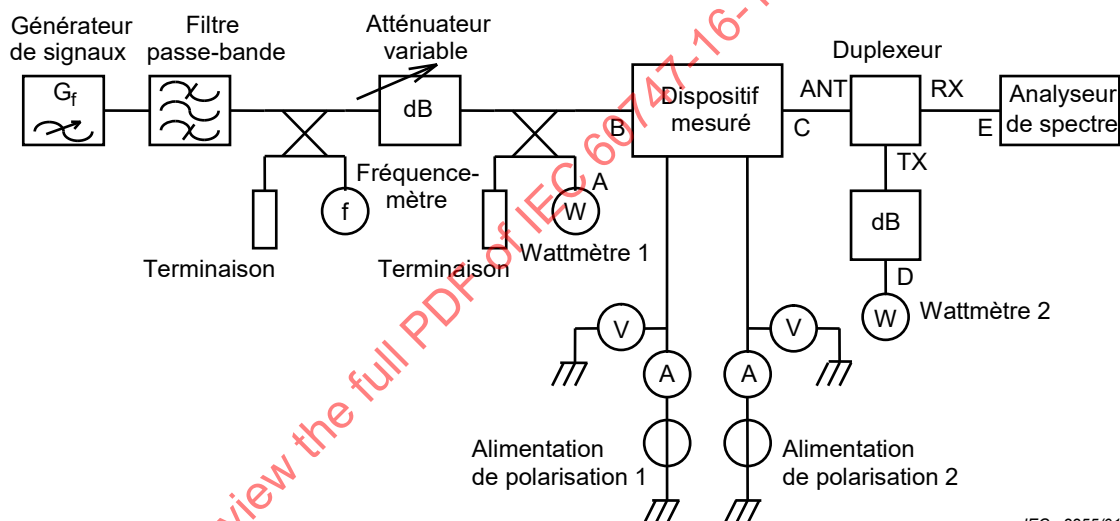


Figure 10 – Schéma du circuit de mesure de la puissance de bruit en sortie

### 5.20.3 Principe de mesure

La puissance de bruit en sortie  $P_N$  est la puissance de bruit en sortie maximum fournie par un dispositif mesuré dans la plage de fréquences spécifiée de la mesure du bruit, à condition que la puissance d'entrée spécifiée de la fréquence spécifiée  $P_i$  soit appliquée et que la puissance de sortie spécifiée  $P_o$  soit déduite.

Dans le schéma de circuit représenté sur la figure 10,  $P_i$ ,  $P_o$ , et  $P_N$  sont obtenus au moyen des équations suivantes:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (30)$$

$$P_o = P_2 - L_2 \quad (31)$$

$$P_N = P_3 - L_3 \quad (32)$$

dans lesquelles

$P_1$  est la valeur indiquée par le wattmètre 1, en dBm;

- $P_2$  est la valeur indiquée par le wattmètre 2, en dBm;
- $P_3$  est la valeur maximum mesurée par l'analyseur de spectre dans la plage de fréquences spécifiée pour la mesure de la puissance de bruit;
- $L_1$  est (la puissance au point A, en dBm) – (la puissance au point B, en dBm) pour la fréquence fondamentale;
- $L_2$  est (la puissance au point C, en dBm) – (la puissance au point D, en dBm) pour la fréquence fondamentale;
- $L_3$  est (la puissance au point C, en dBm) – (la puissance au point E, en dBm) pour la fréquence de mesure de la puissance de bruit;

#### 5.20.4 Description et exigences du circuit

La bande passante du filtre passe-bande est la bande de fréquences fondamentales (la bande de fréquences pour la transmission) et la bande atténuée est la fréquence de mesure de la puissance de bruit (la bande de fréquences pour la réception). Il convient de l'insérer pour réduire le bruit du générateur de signaux.

Le chemin ANT-TX du duplexeur laisse passer le signal de fréquence fondamentale et bloque le signal de fréquence pour la mesure de la puissance de bruit, et le chemin ANT-RX laisse passer le signal de fréquence pour la mesure de la puissance de bruit et bloque la fréquence fondamentale. Le but du duplexeur consiste à prévenir l'analyseur de spectre de la saturation par le signal de fréquence fondamentale.

L'alimentation de polarisation 2 est destinée à la commande de gain du dispositif mesuré.

Il convient de mesurer  $L_1$ ,  $L_2$ , et  $L_3$  au préalable.

#### 5.20.5 Précautions à prendre

Il convient d'éliminer les oscillations pendant cette mesure. Il convient de réduire les réponses parasites et harmoniques de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

Pour favoriser la sensibilité de l'analyseur de spectre, si nécessaire, l'amplificateur est inséré entre le duplexeur et l'analyseur de spectre. Il convient, suite à l'insertion de l'amplificateur, d'obtenir un bruit négligemment faible.

#### 5.20.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est réglée à la valeur spécifiée.

Les polarisations sont appliquées dans les conditions spécifiées.

La puissance de sortie  $P_o$  est réglée à la valeur spécifiée en ajustant  $V_2$ ,  $I_2$  ou la puissance d'entrée  $P_i$ .

La puissance maximum dans la bande de fréquences de la mesure du bruit spécifiée est mesurée par l'analyseur de spectre.

La puissance de bruit  $P_N$  est calculée au moyen de l'équation (32).

#### 5.20.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence fondamentale
- Bande de fréquences de la mesure du bruit
- Puissance d'entrée



– Puissance de sortie

## 5.21 Intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée ( $P_{sp}/P_o$ )

### 5.21.1 Objectif

Mesurer l'intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée pour déterminer la stabilité dans les conditions spécifiées.

### 5.21.2 Schéma de circuit

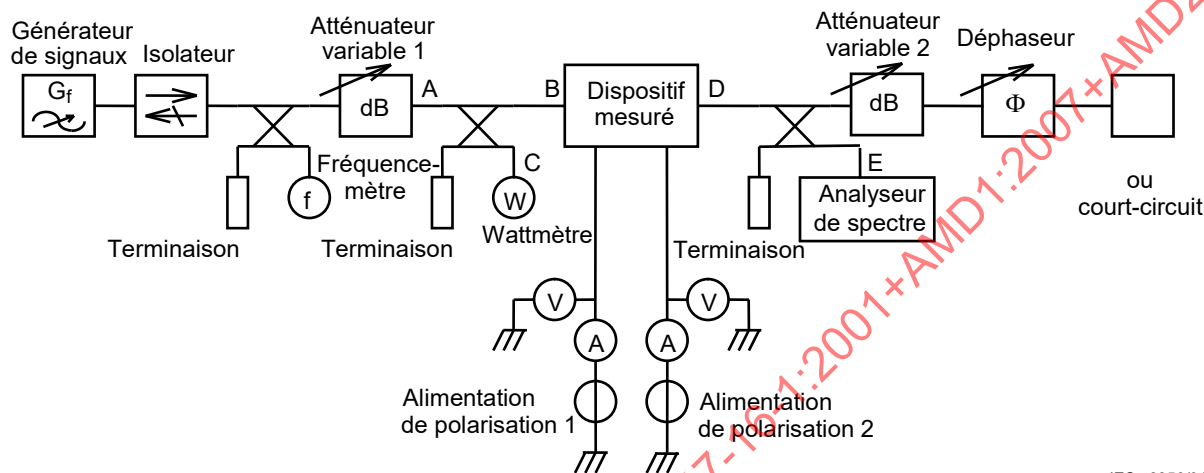


Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de l'intensité parasite

### 5.21.3 Principe de mesure

Dans le schéma de circuit représenté sur la figure 11, la puissance de sortie  $P_o$  et la puissance de sortie parasite  $P_{sp}$  sont obtenues de la manière suivante:

$$P_o = P_1 - L_1 \quad (33)$$

$$P_{sp} = P_2 - L_2 \quad (34)$$

où  $P_1$  est la valeur de la sortie fondamentale indiquée par l'analyseur de spectre en dBm,  $P_2$  est la valeur de sortie parasite de la puissance maximum, à l'exception des composantes harmoniques, indiquée par l'analyseur de spectre en dBm, et  $L_1$  et  $L_2$  sont les pertes de circuit du point D au point E, en dB, à la fréquence de  $P_1$ , à la fréquence de  $P_2$ , respectivement.

L'intensité parasite  $P_{sp}/P_o$  en ~~dBm~~ dBc est définie de la manière suivante:

$$P_{sp}/P_o = P_{sp} - P_o \quad (35)$$

### 5.21.4 Description et exigences du circuit

L'alimentation de polarisation 2 est destinée à la commande de gain du dispositif mesuré.

Il convient de régler l'atténuateur variable 2 pour obtenir au préalable le ROS de charge spécifiée au point D.

Il convient de mesurer  $L_1$  et  $L_2$  au préalable.

### 5.21.5 Précautions à prendre

Il convient de réduire les réponses parasites ou harmoniques du générateur de signaux de manière à ce qu'elles deviennent négligeables.

L'oscillation aura lieu à la fréquence hors bande du coupleur directif.

### 5.21.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signaux est réglée à la valeur spécifiée.

La polarisation est appliquée dans les conditions spécifiées.

La puissance d'entrée spécifiée est appliquée.

Trouver la sortie parasite maximum en variant la phase du déphaseur dans la plage de phases spécifiée.

Tout en maintenant la phase, mesurer la puissance de la fréquence fondamentale  $P_1$  et la puissance de sortie parasite  $P_{sp}$  avec l'analyseur de spectre.

L'intensité parasite  $P_{sp}/P_o$  est calculée au moyen de l'équation (35).

### 5.21.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence d'entrée
- Puissance d'entrée
- ROS de la charge
- Plage de variation de phases de la charge

## 5.22 Rapport de puissance pour le canal adjacent ( $P_{adj}/P_{o(mod)}$ )

### 5.22.1 Objectif

Mesurer le rapport de puissance pour le canal adjacent dans les conditions spécifiées.

### 5.22.2 Schéma de circuit

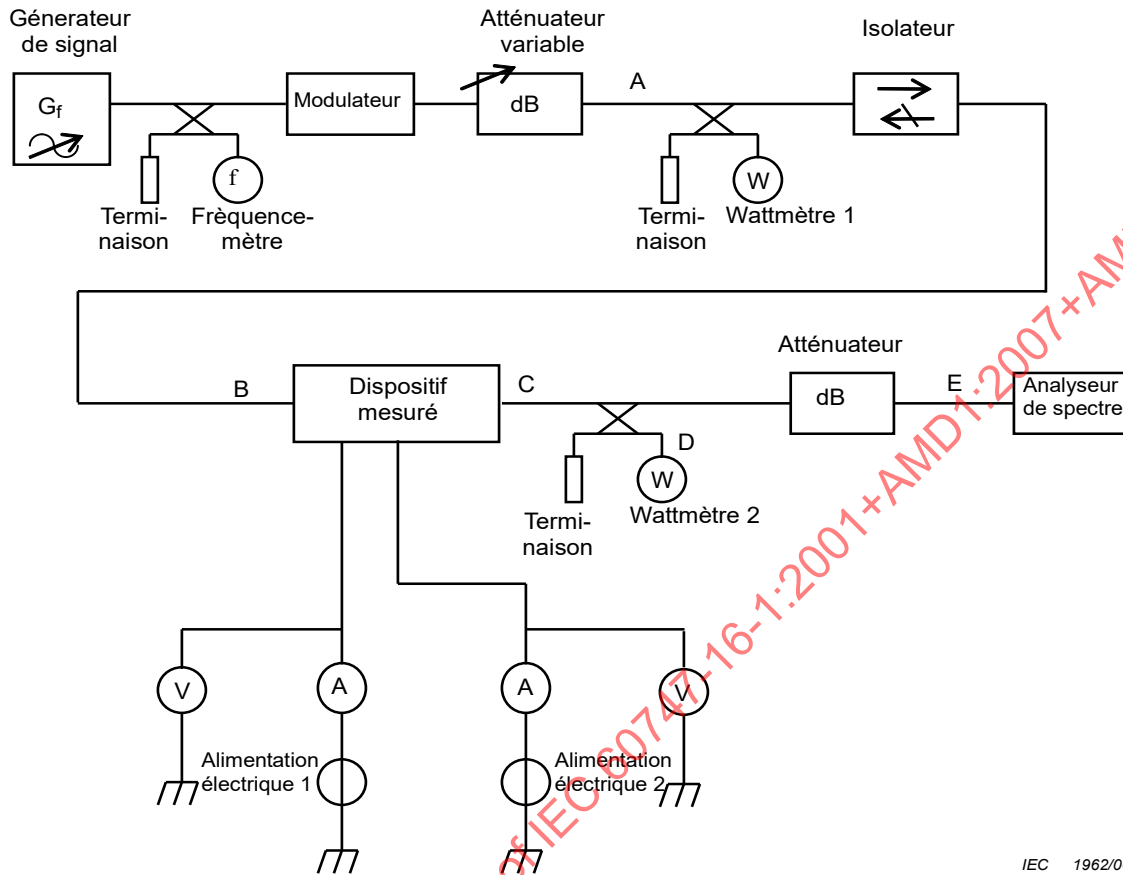


Figure 12 – Circuit de mesure du rapport de puissance pour le canal adjacent

### 5.22.3 Procédure de mesure

A condition que le signal modulé soit fourni au dispositif mesuré pour obtenir la puissance de sortie spécifiée ( $P_o$ ),  $P_{adj}$  est la puissance de sortie totale dans la largeur de bande spécifiée à la fréquence spécifiée à distance du signal porteur, et  $P_{o(mod)}$  est la puissance de sortie totale dans la largeur de bande spécifiée au niveau du signal porteur. Le rapport de puissance pour le canal adjacent  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  est le rapport de  $P_{adj}$  à  $P_{o(mod)}$ . Les canaux adjacents sont à la fois dans la bande latérale supérieure et la bande latérale inférieure du porteur. Le signal de modulation est le signal porteur modulé au moyen du signal d'essai normalisé ayant la même vitesse que la vitesse de transmission de code spécifiée.

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  en dBc est donné par les équations suivantes dans le circuit de la Figure 12.

$$P_o = P_1 + L_1 \quad (36)$$

$$P_{o(mod)} = P_2 + L_2 \quad (37)$$

$$P_{adj} = P_3 + L_2 \quad (38)$$

$$P_{adj}/P_{o(mod)} = P_{adj} - P_{o(mod)} = P_3 - P_2 \quad (39)$$

où

$P_1$  est la valeur indiquée par le wattmètre 2;

$P_2$  est la valeur de puissance totale dans la largeur de bande spécifiée au niveau du signal porteur indiquée par l'analyseur de spectre;

$P_3$  est la valeur de puissance de sortie totale dans la largeur de bande du canal spécifiée, à la fréquence spécifiée, qui est égale à l'espacement du canal par rapport au signal porteur, indiquée par l'analyseur de spectre;

$L_1$  est la puissance au point C en dBm, moins la puissance au point D en dBm;

$L_2$  est la puissance au point C en dBm, moins la puissance au point E en dBm.

$P_o$ ,  $P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  sont exprimés en dBm;

$L_1$  et  $L_2$  sont exprimés en décibels.

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  est exprimé en dBc.

#### 5.22.4 Description et exigences du circuit

Il convient de mesurer au préalable les pertes de circuit  $L_1$  et  $L_2$ .

#### 5.22.5 Précautions à prendre

Il convient de vérifier le signal de sortie et l'oscillation au moyen de l'analyseur de spectre. Il convient d'éliminer les oscillations pendant ces mesures. Il convient de réduire les réponses parasites ou harmoniques du générateur de signaux de manière à ce qu'elles deviennent négligeables. Il convient d'insérer un atténuateur approprié à l'entrée de l'analyseur de spectre lorsque la puissance de sortie est élevée.

#### 5.22.6 Procédure de mesure

La fréquence du générateur de signal doit être réglée à la valeur spécifiée.

Les conditions de polarisation doivent être appliquées au dispositif mesuré.

Une puissance d'entrée suffisante doit être appliquée sur le dispositif mesuré.

Les éléments suivants sont réglés aux valeurs spécifiées selon le code normalisé du signal d'essai: méthode de modulation, vitesse de transmission de signaux et largeur de bande de modulation.

Les éléments suivants de l'analyseur de spectre sont réglés aux valeurs spécifiées: fréquence porteuse, plage de balayage, largeur de bande de résolution, largeur de bande vidéo, nombre d'échantillonnage, et temps de balayage.

La valeur de  $P_1$  est mesurée par le wattmètre 1.

La puissance de sortie du dispositif mesuré  $P_o$  est calculée au moyen de l'Equation (36).

En ajustant l'atténuateur variable,  $P_o$  est réglé à la valeur spécifiée.

L'espacement du canal et la largeur de bande du canal sont réglés aux valeurs spécifiées.

Les valeurs de  $P_2$  et  $P_3$  sont mesurées par l'analyseur de spectre.

$P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$  sont calculées au moyen des Equations (37) et (38).

Le rapport de puissance pour le canal adjacent  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  est calculé à partir de l'Equation (39).

NOTE L'affichage de l'analyseur de spectre est réglé au mode de maintien maximal. Le mode de détection de l'analyseur de spectre est réglé au mode crête positive.

#### 5.22.7 Conditions spécifiées

– Température ambiante ou température du point de référence

- Conditions de polarisation
- Fréquence (fréquence porteuse)
- Puissance de sortie
- Code normalisé du signal d'essai:
  - espacement du canal
  - largeur de bande du canal
  - méthode de modulation
  - vitesse de transmission de signaux
  - largeur de bande de modulation
- Analyseur de spectre
  - plage de balayage
  - largeur de bande de résolution
    - \* largeur de bande vidéo d'un analyseur de spectre
    - \* nombres d'échantillonnage d'un analyseur de spectre
    - \* temps de balayage d'un analyseur de spectre

## 6 Vérification des méthodes

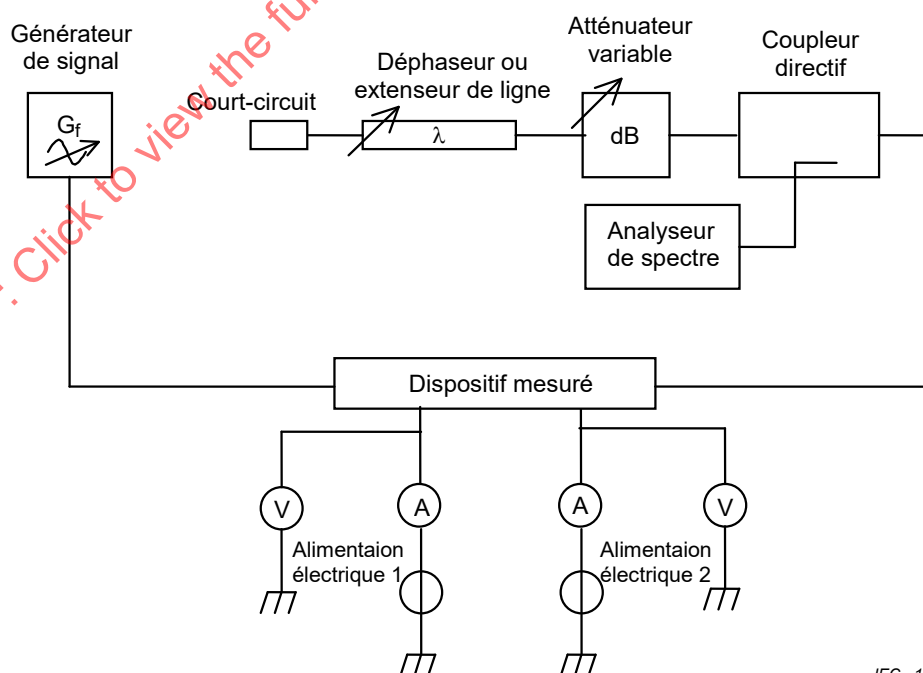
### 6.1 Tolérance de charge non adaptée ( $\Psi_L$ )

#### 6.1.1 Objectif

Vérifier la tolérance de charge non adaptée dans les conditions spécifiées.

#### 6.1.2 Vérification de la méthode 1 (Intensité parasite)

##### 6.1.2.1 Schéma de circuit



IEC 1963/06

**Figure 13 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la méthode 1**

### 6.1.2.2 Description et exigences du circuit

Le générateur de signaux doit pouvoir fonctionner dans la bande de fréquences spécifiée. Le générateur de signal doit avoir des caractéristiques stables au-dessus du bruit de fond sans oscillation ni intensité parasite. Le bruit de fond doit être inférieur au niveau spécifié par rapport à la puissance de sortie. Le générateur de signaux doit générer le signal de modulation spécifié.

L'analyseur de spectre doit pouvoir fonctionner dans la plage de fréquences spécifiée pour vérifier qu'il n'y a ni oscillation ni intensité parasite. L'analyseur de spectre doit avoir une plage dynamique spécifiée.

Le déphaseur doit être en mesure de maintenir constants le ROS de la charge ou l'amplitude du coefficient de réflexion de la charge. L'extenseur de ligne convient à cette caractéristique. Il convient de court-circuiter le port de sortie du déphaseur.

Le but de l'atténuateur variable consiste à régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée.

### 6.1.2.3 Précautions à prendre

Il convient de réduire les réponses parasites et le bruit de fond du générateur de signaux de manière à ce qu'ils deviennent négligeables au ROS inférieur au ROS spécifié.

Le ROS doit rester constant pour toutes les phases du déphaseur.

### 6.1.2.4 Procédure d'essai

Régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée en ajustant l'atténuateur variable.

Régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Régler la modulation du générateur de signaux à la condition spécifiée.

Appliquer la polarisation dans les conditions spécifiées.

Régler le niveau de puissance du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Balayer l'angle de phase de manière continue en faisant varier la longueur de l'extenseur de ligne.

Vérifier et confirmer qu'il n'y a pas d'oscillation ni d'intensité parasite inférieures aux conditions spécifiées au moyen de l'analyseur de spectre pour tous les angles de phase.

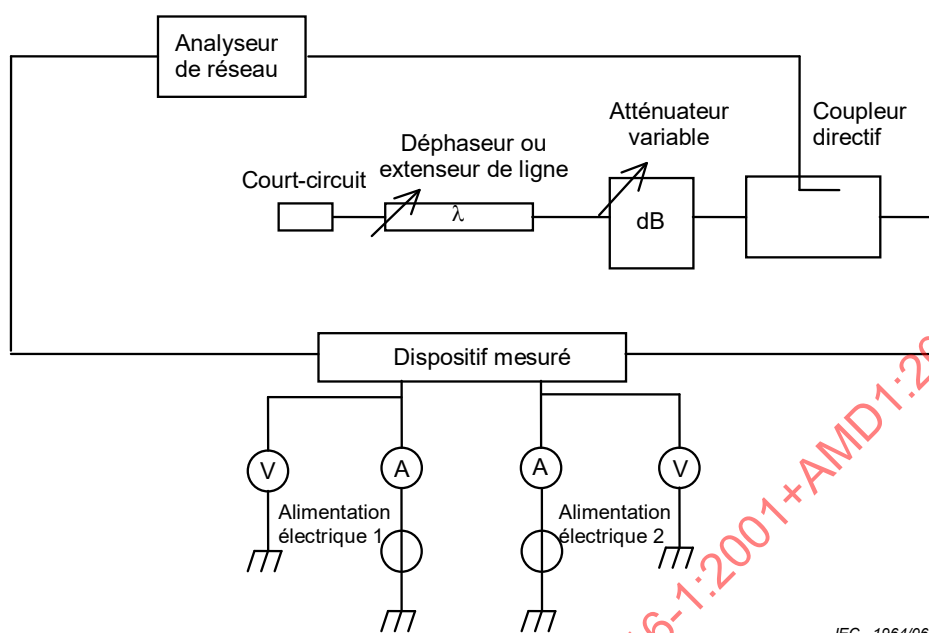
NOTE Au lieu d'utiliser l'extenseur de ligne, on peut utiliser une vis d'accord mobile. Par commodité, un bras de réactance automatique peut également être utilisé pour obtenir le ROS spécifié. Les bras de réactance présentent l'inconvénient de ne pas permettre un balayage continu en raison des phases discrètes.

### 6.1.2.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- ROS de la charge
- Conditions de polarisation
- Fréquence du signal d'entrée
- Modulation du signal d'entrée
- Puissance d'entrée
- Parasites

### 6.1.3 Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)

#### 6.1.3.1 Schéma de circuit



IEC 1964/06

**Figure 14 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la méthode 2**

#### 6.1.3.2 Description et exigences du circuit

L'analyseur de réseau doit pouvoir fonctionner dans la bande de fréquences spécifiée.

Le déphaseur doit pouvoir maintenir constants le ROS de la charge ou l'amplitude du coefficient de réflexion de la charge. L'extenseur de ligne convient à cette caractéristique. Il convient de court-circuiter le port de sortie du déphaseur.

Le but de l'atténuateur variable consiste à régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée.

#### 6.1.3.3 Précautions à prendre

Le ROS doit rester constant pour toutes les phases du déphaseur.

#### 6.1.3.4 Procédure d'essai

Régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée en ajustant l'atténuateur variable.

Régler la gamme de fréquences balayées de l'analyseur de réseau à la valeur spécifiée.

Régler le niveau de puissance de l'analyseur de réseau à la valeur spécifiée.

Appliquer la polarisation dans les conditions spécifiées.

Balayer l'angle de phase de manière continue en faisant varier la longueur de l'extenseur de ligne.

Confirmer qu'il n'y a pas de discontinuité de la réponse en fréquence au moyen de l'analyseur de réseau pour tous les angles de phase.

### 6.1.3.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- ROS de la charge
- Conditions de polarisation
- Gamme de fréquences du signal d'entrée
- Puissance d'entrée

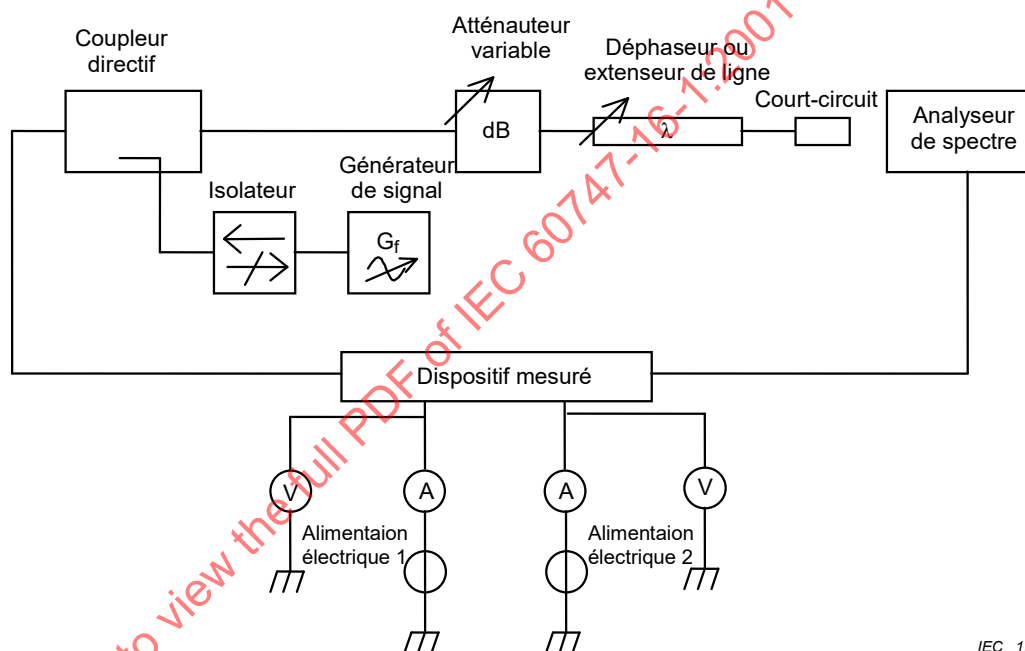
## 6.2 Tolérance de source non adaptée ( $\Psi_S$ )

### 6.2.1 Objectif

Vérifier la tolérance de source non adaptée dans les conditions spécifiées.

### 6.2.2 Vérification de la méthode 1 (intensité parasite)

#### 6.2.2.1 Schéma de circuit



IEC 1965/06

**Figure 15 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la méthode 1**

#### 6.2.2.2 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 6.1.2.2.

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

#### 6.2.2.3 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 6.1.2.3.

#### 6.2.2.4 Procédure d'essai

Régler le ROS de la source à la valeur spécifiée en réglant l'atténuateur variable.



Régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Régler la modulation du générateur de signaux à la condition spécifiée.

Appliquer la polarisation dans les conditions spécifiées.

Régler le niveau de puissance du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Balayer l'angle de phase de manière continue en faisant varier la longueur de l'extenseur de ligne.

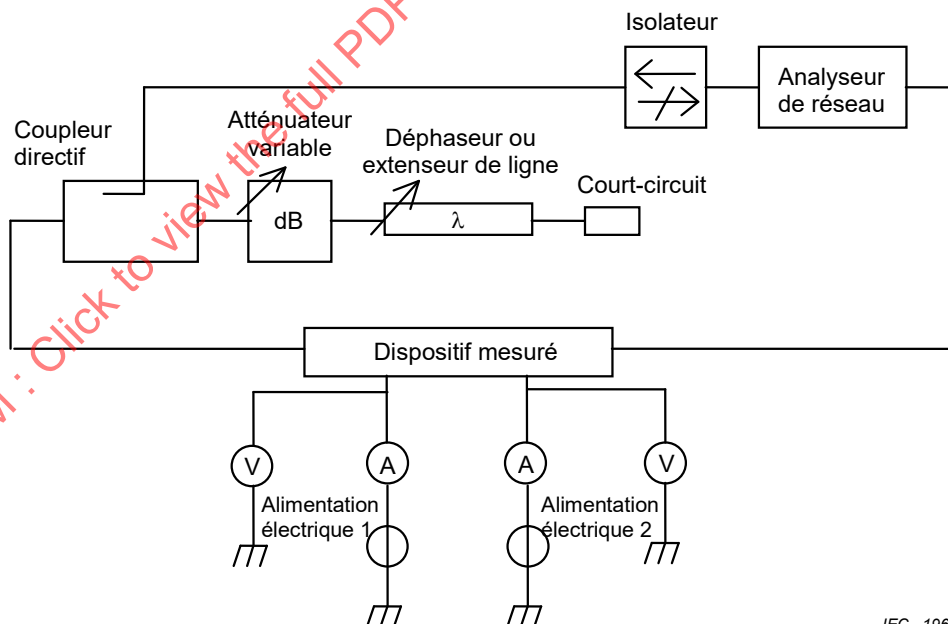
Vérifier et confirmer qu'il n'y a pas d'oscillation, ni d'intensité parasite inférieures aux conditions spécifiées au moyen de l'analyseur de spectre pour tous les angles de phase.

### 6.2.2.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- ROS de la source
- Conditions de polarisation
- Fréquence du signal d'entrée
- Modulation du signal d'entrée
- Puissance d'entrée
- Intensité parasite

### 6.2.3 Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)

#### 6.2.3.1 Schéma de circuit



IEC 1966/06

**Figure 16 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la méthode 2**

### 6.2.3.2 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 6.1.3.2.

L'isolateur a pour objet de permettre de maintenir constant le niveau de puissance sur le dispositif mesuré quelle que soit la désadaptation d'impédance à l'entrée.

### 6.2.3.3 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 6.1.3.3.

### 6.2.3.4 Procédure d'essai

Régler le ROS de la source à la valeur spécifiée en réglant l'atténuateur variable.

Régler la gamme de fréquences balayées de l'analyseur de réseau à la valeur spécifiée.

Régler le niveau de puissance de l'analyseur de réseau à la valeur spécifiée.

Appliquer la polarisation dans les conditions spécifiées.

Balayer l'angle de phase de manière continue en faisant varier la longueur de l'extenseur de ligne.

Vérifier et confirmer qu'il n'y a pas de discontinuité de la réponse en fréquence au moyen de l'analyseur de réseau pour tous les angles de phase.

### 6.2.3.5 Conditions spécifiées

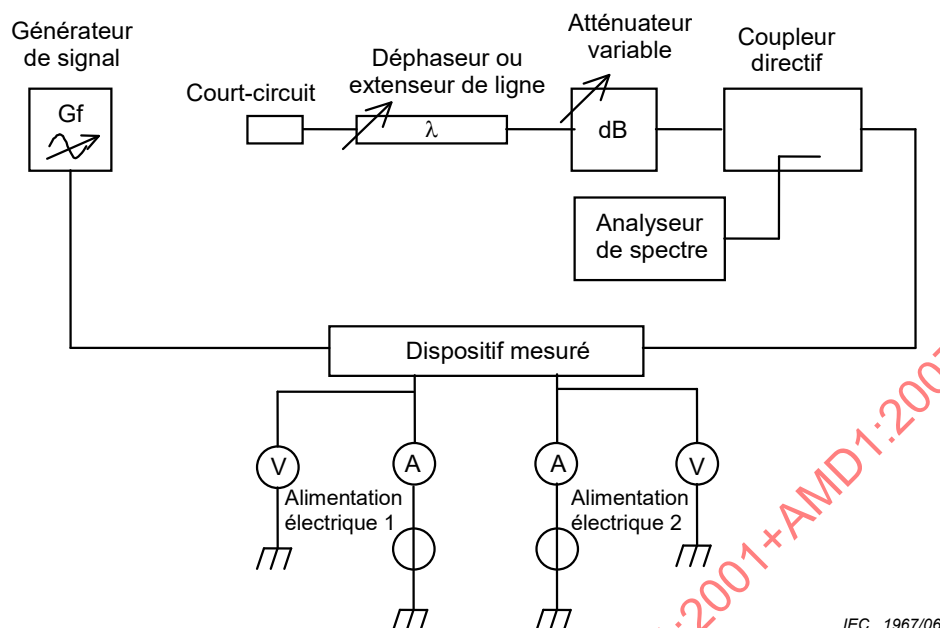
- Température ambiante ou température du point de référence
- ROS de la source
- Conditions de polarisation
- Gamme de fréquences du signal d'entrée
- Puissance d'entrée

## 6.3 Robustesse de charge non adaptée ( $\Psi_R$ )

### 6.3.1 Objectif

Vérifier la robustesse de charge non adaptée dans les conditions spécifiées.

### 6.3.2 Schéma de circuit



IEC 1967/06

Figure 17 – Circuit de vérification de la robustesse de charge non adaptée

### 6.3.3 Description et exigences du circuit

Le générateur de signaux doit pouvoir fonctionner dans la bande de fréquences spécifiée.

L'analyseur de spectre doit pouvoir fonctionner dans la plage de fréquences spécifiée pour garantir qu'il n'y a ni oscillation ni intensité parasite.

Le déphaseur doit pouvoir maintenir constants le ROS de la charge ou l'amplitude du coefficient de réflexion de la charge. L'extenseur de ligne convient à cette caractéristique. Il convient de court-circuiter le port de sortie du déphaseur.

Le but de l'atténuateur variable consiste à régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée.

### 6.3.4 Précautions à prendre

Il doit être garanti qu'aucune oscillation (inférieure à l'oscillation spécifiée) n'a lieu dans aucune des phases du déphaseur au ROS en raison du système de vérification.

Le ROS doit rester constant pour toutes les phases du déphaseur.

### 6.3.5 Procédure d'essai

Mesurer les caractéristiques en continu et en RF dans les conditions spécifiées avant que la procédure d'essai de charge non adaptée suivante soit réalisée.

Régler le ROS de la charge à la valeur spécifiée en ajustant l'atténuateur variable.

Régler la fréquence du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Appliquer la polarisation dans les conditions spécifiées.

Régler le niveau de puissance du générateur de signaux à la valeur spécifiée.

Balayer l'angle de phase de manière continue en faisant varier la longueur de l'extenseur de ligne.

Le dispositif fonctionne pendant la durée de fonctionnement spécifiée pour tous les angles de phase.

Mesurer à nouveau les caractéristiques en continu et en RF sans les conditions spécifiées.

Vérifier la robustesse de charge non adaptée au moyen de critères de dégradation spécifiés des caractéristiques en continu et en RF.

### 6.3.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- ROS de la charge
- Conditions de polarisation
- Fréquence du signal d'entrée
- Puissance d'entrée
- Durée de fonctionnement
- Critères de dégradation des caractéristiques en continu et en RF
- Conditions de mesure des caractéristiques en continu et en RF

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-1:2001+AMD1:2007+AMD2:2017 CSV

**FINAL VERSION****VERSION FINALE**

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

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

## CONTENTS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                     | 7  |
| 1 Scope.....                                                                      | 9  |
| 2 Normative references .....                                                      | 9  |
| 3 Terms and definitions .....                                                     | 9  |
| 4 Essential ratings and characteristics.....                                      | 12 |
| 4.1 General.....                                                                  | 12 |
| 4.1.1 Circuit identification and types.....                                       | 12 |
| 4.2 Application related description.....                                          | 13 |
| 4.2.1 Conformance to system and/or interface information .....                    | 13 |
| 4.2.2 Overall block diagram .....                                                 | 13 |
| 4.2.3 Reference data.....                                                         | 13 |
| 4.2.4 Electrical compatibility.....                                               | 13 |
| 4.2.5 Associated devices.....                                                     | 13 |
| 4.3 Specification of the function .....                                           | 14 |
| 4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks .....                            | 14 |
| 4.3.2 Identification and function of terminals.....                               | 14 |
| 4.3.3 Functional description.....                                                 | 15 |
| 4.3.4 Family-related characteristics .....                                        | 15 |
| 4.4 Limiting values (absolute maximum rating system).....                         | 15 |
| 4.4.1 Electrical limiting values .....                                            | 16 |
| 4.4.2 Temperatures.....                                                           | 16 |
| 4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range) ..... | 16 |
| 4.5.1 Power supplies positive and/or negative values .....                        | 17 |
| 4.5.2 Initialization sequences (where appropriate).....                           | 17 |
| 4.5.3 Input voltage(s) (where appropriate).....                                   | 17 |
| 4.5.4 Output current(s) (where appropriate).....                                  | 17 |
| 4.5.5 Voltage and/or current of other terminal(s) .....                           | 17 |
| 4.5.6 External elements (where appropriate) .....                                 | 17 |
| 4.5.7 Operating temperature range.....                                            | 17 |
| 4.6 Electrical characteristics.....                                               | 17 |
| 4.6.1 Static characteristics .....                                                | 17 |
| 4.6.2 Dynamic or a.c. characteristics .....                                       | 17 |
| 4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data.....           | 18 |
| 4.8 Additional information.....                                                   | 19 |
| 4.8.1 Equivalent input and output circuit.....                                    | 19 |
| 4.8.2 Internal protection .....                                                   | 19 |
| 4.8.3 Capacitors at terminals.....                                                | 19 |
| 4.8.4 Thermal resistance .....                                                    | 19 |
| 4.8.5 Interconnections to other types of circuit .....                            | 19 |
| 4.8.6 Effects of externally connected component(s).....                           | 19 |
| 4.8.7 Recommendations for any associated device(s) .....                          | 19 |
| 4.8.8 Handling precautions.....                                                   | 19 |
| 4.8.9 Application data.....                                                       | 19 |
| 4.8.10 Other application information.....                                         | 19 |
| 4.8.11 Date of issue of the data sheet .....                                      | 19 |
| 5 Measuring methods .....                                                         | 19 |
| 5.1 General.....                                                                  | 19 |
| 5.1.1 Characteristic impedances.....                                              | 19 |
| 5.1.2 General precautions .....                                                   | 19 |
| 5.1.3 Handling precautions.....                                                   | 20 |
| 5.1.4 Types .....                                                                 | 20 |

|       |                                                                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2   | Linear (power) gain ( $G_{lin}$ )                                                                 | 20 |
| 5.2.1 | Purpose                                                                                           | 20 |
| 5.2.2 | Circuit diagram                                                                                   | 20 |
| 5.2.3 | Principle of measurement                                                                          | 20 |
| 5.2.4 | Circuit description and requirements                                                              | 21 |
| 5.2.5 | Precautions to be observed                                                                        | 21 |
| 5.2.6 | Measurement procedure                                                                             | 21 |
| 5.2.7 | Specified conditions                                                                              | 21 |
| 5.3   | Linear (power) gain flatness ( $\Delta G_{lin}$ )                                                 | 21 |
| 5.3.1 | Purpose                                                                                           | 21 |
| 5.3.2 | Circuit diagram                                                                                   | 21 |
| 5.3.3 | Principle of measurement                                                                          | 21 |
| 5.3.4 | Circuit description and requirements                                                              | 22 |
| 5.3.5 | Precautions to be observed                                                                        | 22 |
| 5.3.6 | Measurement procedure                                                                             | 22 |
| 5.3.7 | Specified conditions                                                                              | 22 |
| 5.4   | Power gain ( $G_p$ )                                                                              | 22 |
| 5.4.1 | Purpose                                                                                           | 22 |
| 5.4.2 | Circuit diagram                                                                                   | 22 |
| 5.4.3 | Principle of measurement                                                                          | 22 |
| 5.4.4 | Circuit description and requirements                                                              | 22 |
| 5.4.5 | Precautions to be observed                                                                        | 22 |
| 5.4.6 | Measurement procedure                                                                             | 23 |
| 5.4.7 | Specified conditions                                                                              | 23 |
| 5.5   | (Power) gain flatness ( $\Delta G_p$ )                                                            | 23 |
| 5.5.1 | Purpose                                                                                           | 23 |
| 5.5.2 | Circuit diagram                                                                                   | 23 |
| 5.5.3 | Principle of measurement                                                                          | 23 |
| 5.5.4 | Circuit description and requirements                                                              | 23 |
| 5.5.5 | Precautions to be observed                                                                        | 23 |
| 5.5.6 | Measurement procedure                                                                             | 23 |
| 5.5.7 | Specified conditions                                                                              | 24 |
| 5.6   | (Maximum available) gain reduction ( $\Delta G_{red}$ )                                           | 24 |
| 5.6.1 | Purpose                                                                                           | 24 |
| 5.6.2 | Circuit diagram                                                                                   | 24 |
| 5.6.3 | Principle of measurement                                                                          | 24 |
| 5.6.4 | Circuit description and requirements                                                              | 24 |
| 5.6.5 | Precautions to be observed                                                                        | 24 |
| 5.6.6 | Measurement procedure                                                                             | 24 |
| 5.6.7 | Specified conditions                                                                              | 25 |
| 5.7   | Limiting output power ( $P_{O(ltg)}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{O(ltg)}$ ) | 25 |
| 5.7.1 | Purpose                                                                                           | 25 |
| 5.7.2 | Circuit diagram                                                                                   | 25 |
| 5.7.3 | Principle of measurement                                                                          | 25 |
| 5.7.4 | Circuit description and requirements                                                              | 25 |
| 5.7.5 | Precautions to be observed                                                                        | 25 |
| 5.7.6 | Measurement procedure                                                                             | 25 |
| 5.7.7 | Specified conditions                                                                              | 25 |
| 5.8   | Output power ( $P_O$ )                                                                            | 26 |
| 5.8.1 | Purpose                                                                                           | 26 |
| 5.8.2 | Circuit diagram                                                                                   | 26 |
| 5.8.3 | Principle of measurement                                                                          | 26 |
| 5.8.4 | Circuit description and requirements                                                              | 26 |
| 5.8.5 | Precautions to be observed                                                                        | 26 |
| 5.8.6 | Measurement procedure                                                                             | 26 |



|        |                                                                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.8.7  | Specified conditions .....                                                                                          | 26 |
| 5.9    | Output power at 1 dB gain compression ( $P_{O(1dB)}$ ) .....                                                        | 26 |
| 5.9.1  | Purpose .....                                                                                                       | 26 |
| 5.9.2  | Circuit diagram .....                                                                                               | 26 |
| 5.9.3  | Principle of measurement .....                                                                                      | 26 |
| 5.9.4  | Circuit description and requirements .....                                                                          | 27 |
| 5.9.5  | Precautions to be observed .....                                                                                    | 27 |
| 5.9.6  | Measurement procedure .....                                                                                         | 27 |
| 5.9.7  | Specified conditions .....                                                                                          | 27 |
| 5.10   | Noise figure ( $F$ ) .....                                                                                          | 27 |
| 5.10.1 | Purpose .....                                                                                                       | 27 |
| 5.10.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 27 |
| 5.10.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 28 |
| 5.10.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 28 |
| 5.10.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 28 |
| 5.10.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 28 |
| 5.10.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 29 |
| 5.11   | Intermodulation distortion (two-tone) ( $P_n/P_1$ ) .....                                                           | 29 |
| 5.11.1 | Purpose .....                                                                                                       | 29 |
| 5.11.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 29 |
| 5.11.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 30 |
| 5.11.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 30 |
| 5.11.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 30 |
| 5.11.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 30 |
| 5.11.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 31 |
| 5.12   | Power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_n(IP)$ ) .....                                     | 31 |
| 5.12.1 | Purpose .....                                                                                                       | 31 |
| 5.12.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 31 |
| 5.12.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 31 |
| 5.12.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 31 |
| 5.12.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 31 |
| 5.12.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 31 |
| 5.12.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 32 |
| 5.13   | Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) ( $ S_{11} $ ) .....                              | 32 |
| 5.13.1 | Purpose .....                                                                                                       | 32 |
| 5.13.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 32 |
| 5.13.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 32 |
| 5.13.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 32 |
| 5.13.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 33 |
| 5.13.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 33 |
| 5.13.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 33 |
| 5.14   | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) ( $ S_{22} $ ) .....                            | 33 |
| 5.14.1 | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)<br>under small-signal operating condition ..... | 33 |
| 5.14.2 | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)<br>under large-signal operating condition ..... | 34 |
| 5.15   | Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) ( $ S_{12} $ ) .....                                  | 36 |
| 5.15.1 | Purpose .....                                                                                                       | 36 |
| 5.15.2 | Circuit diagram .....                                                                                               | 37 |
| 5.15.3 | Principle of measurement .....                                                                                      | 37 |
| 5.15.4 | Circuit description and requirements .....                                                                          | 37 |
| 5.15.5 | Precautions to be observed .....                                                                                    | 37 |
| 5.15.6 | Measurement procedure .....                                                                                         | 37 |
| 5.15.7 | Specified conditions .....                                                                                          | 38 |

|        |                                                                                                         |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.16   | Conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation<br>( $\alpha_{\text{AM-PM}}$ ) ..... | 38 |
| 5.16.1 | Purpose .....                                                                                           | 38 |
| 5.16.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 38 |
| 5.16.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 38 |
| 5.16.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 39 |
| 5.16.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 39 |
| 5.16.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 39 |
| 5.16.7 | Specified conditions .....                                                                              | 39 |
| 5.17   | Group delay time ( $t_{\text{d(grp)}}$ ) .....                                                          | 39 |
| 5.17.1 | Purpose .....                                                                                           | 39 |
| 5.17.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 40 |
| 5.17.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 40 |
| 5.17.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 40 |
| 5.17.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 40 |
| 5.17.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 40 |
| 5.17.7 | Specified conditions .....                                                                              | 40 |
| 5.18   | Power added efficiency ( $\eta_{\text{add}}$ ) .....                                                    | 41 |
| 5.18.1 | Purpose .....                                                                                           | 41 |
| 5.18.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 41 |
| 5.18.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 41 |
| 5.18.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 42 |
| 5.18.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 42 |
| 5.18.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 42 |
| 5.18.7 | Specified conditions .....                                                                              | 42 |
| 5.19   | $n$ th order harmonic distortion ratio ( $P_{\text{nth}}/P_1$ ) .....                                   | 42 |
| 5.19.1 | Purpose .....                                                                                           | 42 |
| 5.19.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 43 |
| 5.19.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 43 |
| 5.19.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 43 |
| 5.19.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 43 |
| 5.19.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 43 |
| 5.19.7 | Specified conditions .....                                                                              | 44 |
| 5.20   | Output noise power ( $P_{\text{N}}$ ) .....                                                             | 44 |
| 5.20.1 | Purpose .....                                                                                           | 44 |
| 5.20.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 44 |
| 5.20.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 44 |
| 5.20.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 45 |
| 5.20.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 45 |
| 5.20.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 45 |
| 5.20.7 | Specified conditions .....                                                                              | 45 |
| 5.21   | Spurious intensity under specified load VSWR ( $P_{\text{sp}}/P_{\text{O}}$ ) .....                     | 46 |
| 5.21.1 | Purpose .....                                                                                           | 46 |
| 5.21.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 46 |
| 5.21.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 46 |
| 5.21.4 | Circuit description and requirements .....                                                              | 46 |
| 5.21.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 46 |
| 5.21.6 | Measurement procedure .....                                                                             | 47 |
| 5.21.7 | Specified conditions .....                                                                              | 47 |
| 5.22   | Adjacent channel power ratio ( $P_{\text{adj}}/P_{\text{O(mod)}}$ ) .....                               | 47 |
| 5.22.1 | Purpose .....                                                                                           | 47 |
| 5.22.2 | Circuit diagram .....                                                                                   | 48 |
| 5.22.3 | Principle of measurement .....                                                                          | 48 |
| 5.22.4 | Circuit description and requirement .....                                                               | 49 |
| 5.22.5 | Precautions to be observed .....                                                                        | 49 |

|           |                                                                                                                     |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.22.6    | Measurement procedure .....                                                                                         | 49 |
| 5.22.7    | Specified conditions .....                                                                                          | 49 |
| 6         | Verifying methods .....                                                                                             | 50 |
| 6.1       | Load mismatch tolerance ( $\psi_L$ ) .....                                                                          | 50 |
| 6.1.1     | Purpose .....                                                                                                       | 50 |
| 6.1.2     | Verification of method 1 (spurious intensity) .....                                                                 | 50 |
| 6.1.3     | Verification of method 2 (no discontinuity of the frequency response) .....                                         | 52 |
| 6.2       | Source mismatch tolerance ( $\psi_S$ ) .....                                                                        | 53 |
| 6.2.1     | Purpose .....                                                                                                       | 53 |
| 6.2.2     | Verification of method 1 (spurious intensity) .....                                                                 | 53 |
| 6.2.3     | Verifying method 2 (no discontinuity of the frequency response) .....                                               | 54 |
| 6.3       | Load mismatch ruggedness ( $\psi_R$ ) .....                                                                         | 55 |
| 6.3.1     | Purpose .....                                                                                                       | 55 |
| 6.3.2     | Circuit diagram .....                                                                                               | 56 |
| 6.3.3     | Circuit description and requirements .....                                                                          | 56 |
| 6.3.4     | Precautions to be observed .....                                                                                    | 56 |
| 6.3.5     | Test procedure .....                                                                                                | 56 |
| 6.3.6     | Specified conditions .....                                                                                          | 57 |
| Figure 1  | – Circuit for the measurements of linear gain .....                                                                 | 20 |
| Figure 2  | – Basic circuit for the measurement of the noise figure .....                                                       | 28 |
| Figure 3  | – Basic circuit for the measurements of two-tone intermodulation distortion .....                                   | 30 |
| Figure 4  | – Circuit for the measurements of magnitude of input/output reflection coefficient (input/output return loss) ..... | 32 |
| Figure 5  | – Circuit for the measurement of output reflection coefficient .....                                                | 35 |
| Figure 6  | – Circuit for the measurement of isolation .....                                                                    | 37 |
| Figure 7  | – Basic circuit for the measurement of $\alpha$ (AM-PM) .....                                                       | 38 |
| Figure 8  | – Circuit for the measurement of the power added efficiency .....                                                   | 41 |
| Figure 9  | – Circuit for the measurements of the $n$ th order harmonic distortion ratio .....                                  | 43 |
| Figure 10 | – Circuit diagram for the measurement of the output noise power .....                                               | 44 |
| Figure 11 | – Circuit diagram for the measurement of the spurious intensity .....                                               | 46 |
| Figure 12 | – Circuit for the measurement of the adjacent channel power ratio .....                                             | 48 |
| Figure 13 | – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 1 .....                                         | 50 |
| Figure 14 | – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 2 .....                                         | 52 |
| Figure 15 | – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 1 .....                                       | 53 |
| Figure 16 | – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 2 .....                                       | 54 |
| Figure 17 | – Circuit for the verification of load mismatch ruggedness .....                                                    | 56 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### SEMICONDUCTOR DEVICES –

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

#### 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.

#### DISCLAIMER

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

This Consolidated version of IEC 60747-16-1 bears the edition number 1.2. It consists of the first edition (2001-11) [documents 47E/200/FDIS and 47E/204/RVD], its amendment 1 (2007-01) [documents 47E/305/FDIS and 47E/317/RVD] and its amendment 2 (2017-02) [documents 47E/500/CDV and 47E/518/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

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

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 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-1:2001+AMD1:2007+AMD2:2017 CSV

## 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 60050-702, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 702: Oscillations, signals and related devices* (available at: <http://www.electropedia.org>)

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/AMD1:2010

IEC 60747-4:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 4: Microwave diodes and transistors*  
IEC 60747-4:2007/AMD1:2017

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 60748-3:1986/AMD1:1991  
IEC 60748-3:1986/AMD2:1994

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

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

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

#### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

### 3.1

#### **linear (power) gain $G_{lin}$**

power gain in the linear region of the power transfer curve  $P_o$  (dBm) =  $f(P_i)$

NOTE In this region,  $\Delta P_o$  (dBm) =  $\Delta P_i$  (dBm).

### 3.2

#### **linear (power) gain flatness $\Delta G_{lin}$**

power gain flatness when the operating point lies in the linear region of the power transfer curve

### 3.3

#### **power gain $G_p$ , $G$**

ratio of the output power to the input power

NOTE Usually the power gain is expressed in decibels.

### 3.4

#### **(power) gain flatness $\Delta G_p$**

difference between the maximum and minimum power gain for a specified input power in a specified frequency range

### 3.5

#### **(maximum available) gain reduction $\Delta G_{red}$**

difference in decibels between the maximum and minimum power gains that can be provided by the gain control

### 3.6 Output power limiting

#### 3.6.1

##### **output power limiting range**

range in which, for rising input power, the output power is limiting

NOTE For specification purposes, the limits of this range are specified by specified lower and upper limit values for the input power.

#### 3.6.2

##### **limiting output power $P_{o(ltg)}$**

output power in the range where it is limiting

#### 3.6.3

##### **limiting output power flatness $\Delta P_{o(ltg)}$**

difference between the maximum and minimum output power in the output power limiting range:

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)}$$

### 3.7

#### **intermodulation distortion**

$P_n/P_1$

ratio of the  $n$ th order component to the output power of the fundamental component of the output power

Note 1 to entry: The abbreviation “ $IMD_n$ ” is in common use for the  $n$ th order intermodulation distortion.

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.19.

### 3.8

#### **power at the intercept point (for intermodulation products)**

$P_{n(IP)}$

output power at intersection between the extrapolated output powers of the fundamental component and the  $n$ th order intermodulation components, when the extrapolation is carried

out in a diagram showing the output power of the components (in decibels) as a function of the input power (in decibels)

### 3.9

#### **magnitude of the input reflection coefficient**

(input return loss)

$|S_{11}|$

see 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.10

#### **magnitude of the output reflection coefficient**

(output return loss)

$|S_{22}|$

see 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.11

#### **magnitude of the reverse transmission coefficient**

(isolation)

$|S_{12}|$

see 7.4.3.10.2.2 of IEC 60747-4:2007

### 3.12

#### **conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation $\alpha_{(AM-PM)}$**

quotient of

the phase deviation of the output signal (in degrees) by

the change in input power (in decibels) producing it

### 3.13

#### **group delay time $t_{d(grp)}$**

ratio of the change, with angular frequency, of the phase shift through the amplifier

NOTE Usually group delay time is very close in value to input-to-output delay time.

### 3.14

#### **$n$ th order harmonic distortion ratio**

$P_{nth}/P_1$

ratio of the power of the  $n$ th order harmonic component measured at the output port of the device to the power of the fundamental frequency measured at the output port

### 3.15

#### **output noise power $P_N$**

maximum noise power measured at the output port of the device within a specified bandwidth in a specified frequency range for a specified output power

### 3.16

#### **spurious intensity under specified load VSWR**

$P_{sp}/P_o$

ratio of the power of the maximum spurious power measured at the output port of the device to the fundamental frequency measured at the output port under specified load VSWR

### 3.17

#### **output power**

$P_o$

RF power measured at the output port

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.2.



### 3.18

#### output power at 1 dB gain compression

$P_{o(1dB)}$

see 8.2.13 of IEC 60747-4

### 3.19

#### noise figure

$F$

see 702-08-57 of IEC 60050-702

### 3.20

#### power added efficiency

$\eta_{add}$

see 8.2.15 of IEC 60747-4

### 3.21

#### adjacent channel power ratio

$P_{adj}/P_{o(mod)}$

ratio of the total output power in a specified frequency band away from a specified carrier signal frequency to the total power in a specified carrier signal frequency band, when a modulation signal is supplied

### 3.22

#### load mismatch tolerance

$\psi_L$

see 7.2.20 of IEC 60747-4

### 3.23

#### source mismatch tolerance

$\psi_S$

see 7.2.21 of IEC 60747-4

### 3.24

#### load mismatch ruggedness

$\psi_R$

see 7.2.22 of IEC 60747-4

## 4 Essential ratings and characteristics

### 4.1 General

#### 4.1.1 Circuit identification and types

##### 4.1.1.1 Designation and types

The indication of type (device name), the category of the circuit and the technology applied should be given.

Microwave amplifiers are divided into four categories:

Type A: Low-noise type.

Type B: Auto-gain control type.

Type C: Limiting type.

Type D: Power type.

#### **4.1.1.2 General function description**

A general description of the function performed by the integrated circuit microwave amplifiers and the features for the application should be made.

#### **4.1.1.3 Manufacturing technology**

The manufacturing technology, for example, semiconductor monolithic integrated circuit, thin-film integrated circuit, micro-assembly, should be stated. This statement should include details of the semiconductor technologies such as MESFET, MISFET, Si bipolar transistor, HBT, etc.

#### **4.1.1.4 Package identification**

The following statements should be made:

- a) IEC and/or national reference number of the outline drawing, or drawing of non-standard package including terminal numbering;
- b) principal package material; for example, metal, ceramic, plastic.

#### **4.1.1.5 Main application**

The main application should be stated, if necessary. If the device has restrictive applications, these should be stated here.

### **4.2 Application related description**

Information on the application of the integrated circuit and its relation to the associated devices should be given.

#### **4.2.1 Conformance to system and/or interface information**

It should be stated whether the integrated circuit conforms to an application system and/or interface standard or recommendation.

The detailed information about application systems, equipment and circuits such as VSAT systems, DBS receivers, microwave landing systems, etc., should also be given.

#### **4.2.2 Overall block diagram**

A block diagram of the applied systems should be given, if necessary.

#### **4.2.3 Reference data**

The most important properties to permit comparison between derivative types should be given.

#### **4.2.4 Electrical compatibility**

It should be stated whether the integrated circuit is electrically compatible with other particular integrated circuits or families of integrated circuits or whether special interfaces are required.

Details should be given of the type of the input and output circuits, for example, input/output impedances, d.c. block, open-drain, etc. Interchangeability with other devices, if any, should be given.

#### **4.2.5 Associated devices**

If applicable, the following should be stated here:

- devices necessary for correct operation (list with type number, name, and function);

- peripheral devices with direct interfacing (list with type number, name, and function).

### 4.3 Specification of the function

#### 4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks

A detail block diagram or equivalent circuit information of the integrated circuit microwave amplifiers should be given. The block diagram should be composed of the following:

- 1) functional blocks;
- 2) mutual interconnections among the functional blocks;
- 3) individual functional units within the functional blocks;
- 4) mutual interconnections among the individual functional blocks;
- 5) function of each external connection;
- 6) interdependence between the separate functional blocks.

The block diagram should identify the function of each external connection and, where no ambiguity can arise, can also show the terminal symbols and/or numbers. If the encapsulation has metallic parts, any connection to them from external terminals should be indicated. The connections with any associated external electrical elements should be stated, where necessary.

As additional information, the complete electrical circuit diagram can be reproduced, but not necessarily with indications of the values of the circuit components. The graphical symbol for the function shall be given. This may be obtained from a catalogue of standards of graphical symbols or designed according to the rules of IEC 60617.

#### 4.3.2 Identification and function of terminals

All terminals should be identified on the block diagram (supply terminals, input or output terminals, input/output terminals).

The terminal functions 1)-4) should be indicated in a table as follows:

| Terminal number | Terminal symbol | 1) Terminal designation | 2) Function | Function of terminal           |                                 |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                 |                 |                         |             | 3) Input/output identification | 4) Type of input/output circuit |
|                 |                 |                         |             |                                |                                 |

##### 1) Terminal name

A terminal name to indicate the function terminal should be given. Supply terminals, ground terminals, blank terminals (with abbreviation NC), non-usable terminals (with abbreviation NU) should be distinguished.

##### 2) Function

A brief indication of the terminal function should be given.

- Each function of multi-role terminals, that is terminals that have multiple functions.
- Each function of the integrated circuit selected by mutual pin connections, programming and/or application of function selection data to the function selection pin, such as mode selection pin.

##### 3) Input/output identification

Input, output, input/output, and multiplex input/output terminals should be distinguished.

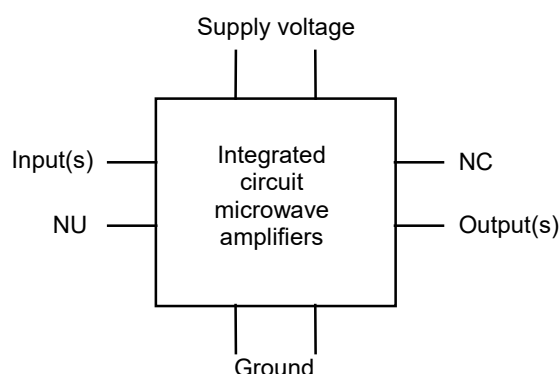
##### 4) Type of input/output circuits

The type of the input and output circuits, for example, input/output impedances, with or without d.c. block, etc., should be distinguished.

#### 5) Type of ground

If the baseplate of the package is used as ground, this should be stated.

Example:



#### 4.3.3 Functional description

The function performed by the circuit should be specified, including the following information:

- basic function;
- relation to external terminals;
- operation mode (for example, set-up method, preference, etc.);
- interrupt handling.

#### 4.3.4 Family-related characteristics

In this part, all the family-specific functional descriptions shall be stated (refer to IEC 60748-2, IEC 60748-3 and IEC 60748-4).

If ratings and characteristics and function characteristics exist for the family, the relevant part of IEC 60748 should be used (for example, for microprocessors, see IEC 60748-2, Chapter III, Section 3).

NOTE For each new device family, specific items shall be added in the relevant part of IEC 60748.

#### 4.4 Limiting values (absolute maximum rating system)

The table of these values contains the following.

- a) Any interdependence of limiting conditions shall be specified.
- b) If externally connected and/or attached elements, for example heatsinks, have an influence on the values of the ratings, the ratings shall be prescribed for the integrated circuit with the elements connected and/or attached.
- c) If limiting values are exceeded for transient overload, the permissible excess and their duration shall be specified.
- d) Where minimum and maximum values differ during programming of the device, this should be stated.
- e) All voltages are referenced to a specified reference terminal ( $V_{ss}$ ,  $G_{ND}$ , etc.).
- f) In satisfying the following clauses, if maximum and/or minimum values are quoted, the manufacturer must indicate whether he refers to the absolute magnitude or to the algebraic value of the quantity.
- g) The ratings given must cover the operation of the multi-function integrated circuit over the specified range of operating temperatures. Where such ratings are temperature-dependent, this dependence should be indicated.

#### 4.4.1 Electrical limiting values

Limiting values should be specified as follows.

| Parameters                                                          | Min. | Max. |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|
| (1) Power supply voltages                                           | +    | +    |
| (2) Power supply currents (where appropriate)                       |      | +    |
| (3) Input voltage(s) (where appropriate)                            | +    | +    |
| (4) Output voltage(s) (where appropriate)                           | +    | +    |
| (5) Input current(s) (where appropriate)                            |      | +    |
| (6) Output current(s) (where appropriate)                           |      | +    |
| (7) Other terminal voltage(s) (where appropriate)                   | +    | +    |
| (8) Other terminal current(s) (where appropriate)                   |      | +    |
| (9) Voltage difference between input and output (where appropriate) | +    | +    |
| (10) Power dissipation                                              |      | +    |

The detail specification may indicate those values within the table including note 1 and note 2.

| Parameters (Note 1, Note 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Symbols | Min. | Max. | Unit |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |      |      |      |
| <p>NOTE 1 Where appropriate, in accordance with the type of circuit considered.</p> <p>NOTE 2 For power supply voltage range:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– limiting value(s) of the continuous voltage(s) at the supply terminal(s) with respect to a special electrical reference point;</li> <li>– where appropriate, limiting value between specified supply terminals;</li> <li>– when more than one voltage supply is required, a statement should be made as to whether the sequence in which these supplies are applied is significant: if so, the sequence should be stated;</li> <li>– when more than one supply is needed, it may be necessary to state the combinations of ratings for these supply voltages and currents.</li> </ul> |         |      |      |      |

#### 4.4.2 Temperatures

- 1) Operating temperature (ambient or reference-point temperature)
- 2) Storage temperature
- 3) Channel temperature (type C and type D only)
- 4) Lead temperature (for soldering).

The detail specification may indicate those values within the table including the note.

| Parameters (Note)                                                          | Symbols | Min. | Max. | Unit |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|------|------|------|
|                                                                            |         |      |      |      |
| NOTE Where appropriate, in accordance with the type of circuit considered. |         |      |      |      |

#### 4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range)

They are not to be inspected but may be used for quality assessment purpose.

#### 4.5.1 Power supplies positive and/or negative values

#### 4.5.2 Initialization sequences (where appropriate)

If special initialization sequences are necessary, the power supply sequencing and the initialization procedure should be specified.

#### 4.5.3 Input voltage(s) (where appropriate)

#### 4.5.4 Output current(s) (where appropriate)

#### 4.5.5 Voltage and/or current of other terminal(s)

#### 4.5.6 External elements (where appropriate)

#### 4.5.7 Operating temperature range

### 4.6 Electrical characteristics

The characteristics shall apply over the full operating temperature range, unless otherwise specified.

Each characteristic of 4.6.1 and 4.6.2 should be stated, either

- a) over the specified range of operating temperatures, or
- b) at a temperature of 25 °C, and at maximum and minimum operating temperatures.

#### 4.6.1 Static characteristics

The parameters should be specified corresponding to the type as follows.

| Parameters                   | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Types |   |   |   |
|------------------------------|------|-------------------|------|-------|---|---|---|
|                              |      |                   |      | A     | B | C | D |
| 4.6.1.1 Power supply current | +    | +                 | +    | +     | + | + | + |
| 4.6.1.2 Thermal resistance   |      |                   | +    |       |   | + | + |
| <sup>a</sup> Optional        |      |                   |      |       |   |   |   |

The detail specification may indicate those values within the table.

| Characteristics       | Symbols | Conditions | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Unit |
|-----------------------|---------|------------|------|-------------------|------|------|
|                       |         |            |      |                   |      |      |
| <sup>a</sup> Optional |         |            |      |                   |      |      |

#### 4.6.2 Dynamic or a.c. characteristics

Each dynamic or a.c. electrical characteristic should be stated under specified electrical worst-case conditions with respect to the recommended range of supply voltages, as stated in 4.5.1.

The parameters should be specified corresponding to the type as follows.

| Parameters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | Min. | Max. | Types |   |   |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|---|---|----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                        |      |      | A     | B | C | D              |
| 4.6.2.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Linear gain                                                                            | +    |      | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Linear gain flatness                                                                   |      | +    | +     | + |   | +              |
| 4.6.2.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Power gain                                                                             | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Power gain flatness                                                                    |      | +    |       | + |   | +              |
| 4.6.2.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Gain reduction                                                                         | +    |      |       | + |   |                |
| 4.6.2.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Output power                                                                           | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Output power at 1 dB gain compression                                                  | +    |      |       | + |   | +              |
| 4.6.2.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Limiting output power                                                                  | +    | +    |       |   | + |                |
| 4.6.2.9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Limiting output power flatness                                                         |      | +    |       |   | + |                |
| 4.6.2.10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Intermodulation distortion                                                             |      | +    |       |   | + | +              |
| 4.6.2.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Power at intercept point                                                               | +    |      |       |   | + | +              |
| 4.6.2.12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Noise figure                                                                           |      | +    | +     |   |   |                |
| 4.6.2.13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss)                      | +    |      | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss)                    | +    |      | +     | + |   | + <sup>b</sup> |
| 4.6.2.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation)                          | +    |      | +     | + | + | +              |
| 4.6.2.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation (where appropriate) |      | +    |       |   | + | +              |
| 4.6.2.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Group delay time (where appropriate)                                                   |      | +    |       | + | + | +              |
| 4.6.2.18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Time constant for automatic gain control <sup>a</sup>                                  |      |      |       |   |   |                |
| 4.6.2.19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Power added efficiency (where appropriate)                                             | +    |      |       |   |   | +              |
| 4.6.2.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>n</i> th order harmonic distortion ratio (where appropriate) (note 2)               |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Output noise power (where appropriate)                                                 |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Spurious intensity under specified load VSWR (where appropriate) (note 2)              |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Adjacent channel power ratio (where appropriate)                                       |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Load mismatch tolerance (where appropriate)                                            |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Source mismatch tolerance (where appropriate)                                          |      | +    |       |   |   | +              |
| 4.6.2.26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Load mismatch ruggedness (where appropriate)                                           |      | +    |       |   |   | +              |
| NOTE 1 It is necessary for types B and D to select either the parameter set of 4.6.2.1, 4.6.2.2 and 4.6.2.7 or that of 4.6.2.3, 4.6.2.4 and 4.6.2.6.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                        |      |      |       |   |   |                |
| NOTE 2 Generally expressed in dBc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                        |      |      |       |   |   |                |
| <sup>a</sup> Under consideration.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                        |      |      |       |   |   |                |
| <sup>b</sup> Optional. For type D, the devices are sometimes required to specify under large signal operation instead of small signal operation. Although the definition is the same for both operating conditions, the different measuring method should be employed for the parameter under large signal operation from that under small signal operation. |                                                                                        |      |      |       |   |   |                |

The detail specification may indicate those values within the table.

| Characteristics       | Symbols | Conditions | Min. | Typ. <sup>a</sup> | Max. | Unit |
|-----------------------|---------|------------|------|-------------------|------|------|
|                       |         |            |      |                   |      |      |
| <sup>a</sup> Optional |         |            |      |                   |      |      |

#### 4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data

Any specific mechanical and environmental ratings applicable should be stated (see also Subclause 5.10 and 5.11 of IEC 60747-1:2006).

#### **4.8 Additional information**

Where appropriate, the following information should be given.

##### **4.8.1 Equivalent input and output circuit**

Detailed information should be given regarding the type of the input and output circuits; for example, input/output impedances, d.c. block, open-drain, etc.

##### **4.8.2 Internal protection**

A statement should be given to indicate whether the integrated circuit contains internal protection against high static voltages or electrical fields.

##### **4.8.3 Capacitors at terminals**

If capacitors for the input/output d.c. block are needed, these capacitances should be stated.

##### **4.8.4 Thermal resistance**

##### **4.8.5 Interconnections to other types of circuit**

Where appropriate, details of the interconnections to other circuits, for example, detector circuit for AGC, sense amplifiers, buffer, should be given.

##### **4.8.6 Effects of externally connected component(s)**

Curves or data indicating the effect of externally connected component(s) that influence the characteristics may be given.

##### **4.8.7 Recommendations for any associated device(s)**

For example, decoupling of power supply to a high-frequency device should be stated.

##### **4.8.8 Handling precautions**

Where appropriate, handling precautions specific to the circuit should be stated (see also IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2).

##### **4.8.9 Application data**

##### **4.8.10 Other application information**

##### **4.8.11 Date of issue of the data sheet**

#### **5 Measuring methods**

##### **5.1 General**

##### **5.1.1 Characteristic impedances**

The input and output characteristic impedances of the measurement system, shown in the circuit in this standard, are 50  $\Omega$ . If they are not 50  $\Omega$ , they should be specified.

##### **5.1.2 General precautions**

The general precautions listed in clause 6.3, 6.4 and 6.6 of IEC 60747-1:2006 apply. In addition, special care should be taken to use low-ripple d.c. supplies and to decouple



adequately all bias supply voltages at the frequency of measurement. Also special care about the load impedance of the test circuit should be taken to measure the output power.

The power levels are indicated by using the unit "dBm". The unit "dBm" expresses decibel referred to 1 mW.

### 5.1.3 Handling precautions

When handling electrostatic-sensitive devices, the handling precautions given in IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-2, shall be observed.

### 5.1.4 Types

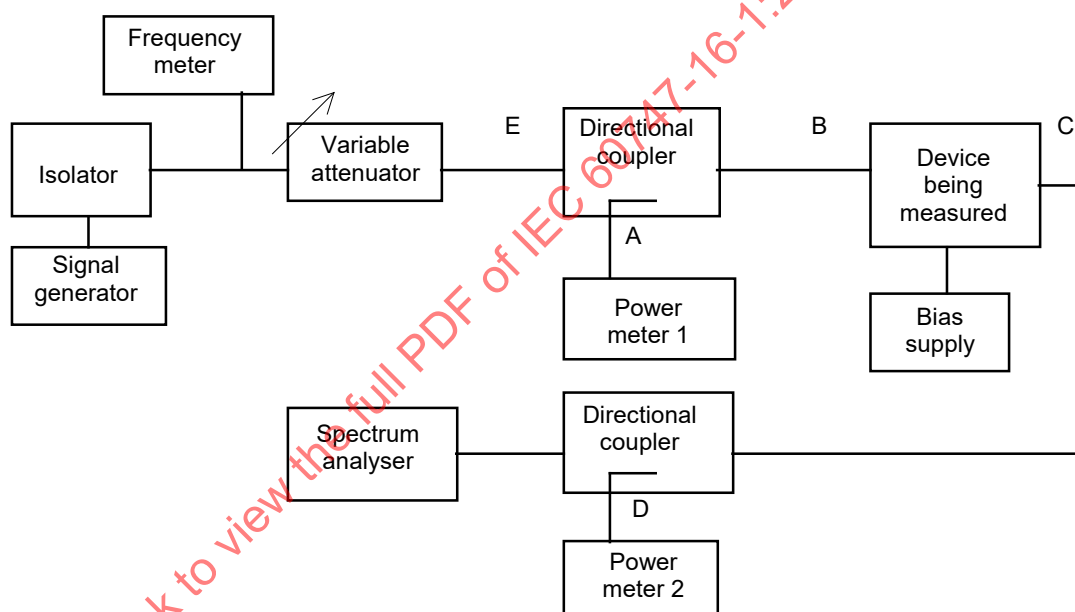
The devices in this standard are both package and chip types, measured using suitable test fixtures.

## 5.2 Linear (power) gain ( $G_{lin}$ )

### 5.2.1 Purpose

To measure the linear gain under specified conditions.

### 5.2.2 Circuit diagram



IEC 2246/01

Figure 1 – Circuit for the measurements of linear gain

### 5.2.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 1, the input power  $P_i$  and the output power  $P_o$  of the device being measured are derived from the following equations:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (1)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (2)$$

where  $P_1$  and  $P_2$  are the value indicated by the power meters 1 and 2, respectively.

$$L_1 = L_A - L_B$$

where  $L_A$  is the loss from point E to point A and  $L_B$  is the loss from point E to point B shown in figure 1, respectively.

$L_2$  is the circuit loss from point C to point D shown in figure 1.  $P_i$ ,  $P_o$ ,  $P_1$  and  $P_2$  are expressed in dBm.  $L_1$  and  $L_2$  are expressed in decibels.

Power gain  $G_p$  in dB is derived from equation (1) and (2) as follows:

$$G_p = P_o - P_i \quad (3)$$

The linear gain  $G_{lin}$  is the power gain measured in the region where the change of the output power in dBm is the same as that of the input power.

#### 5.2.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

The circuit losses  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

#### 5.2.5 Precautions to be observed

Oscillation, which is checked by a spectrum analyser, should be eliminated during these measurements. The termination must be capable of handling the power fed.

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to negligible.

#### 5.2.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power is applied to the device being measured.

By varying input power, confirm that the change of the output power in dBm is the same as that of the input power.

The gain measured in the region where the change of output power is the same as that of input power is linear gain  $G_{lin}$ .

#### 5.2.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency

### 5.3 Linear (power) gain flatness ( $\Delta G_{lin}$ )

#### 5.3.1 Purpose

To measure the linear gain flatness under specified conditions.

#### 5.3.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

#### 5.3.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

Linear gain flatness is derived from the following equation.

$$\Delta G_{lin} = G_{linmax} - G_{linmin} \quad (4)$$

where  $G_{linmax}$  and  $G_{linmin}$  are maximum linear gain and minimum linear gain in the specified frequency band at the specified input power, respectively.

#### 5.3.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### 5.3.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### 5.3.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power level is applied to the device being measured.

By varying input power level, confirm that the change of output power in dBm is the same as that of input power.

Decide the suitable input power level for measuring linear gain.

Vary the frequency in the specified frequency band with the same input power level.

Obtain the maximum linear gain  $G_{linmax}$  and the minimum linear gain  $G_{linmin}$  in the specified frequency band.

Linear gain flatness  $\Delta G_{lin}$  is derived from equation (4).

#### 5.3.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band

### 5.4 Power gain ( $G_p$ )

#### 5.4.1 Purpose

To measure the power gain under specified conditions.

#### 5.4.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

#### 5.4.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

#### 5.4.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### 5.4.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### **5.4.6 Measurement procedure**

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The specified input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

#### **5.4.7 Specified conditions**

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

### **5.5 (Power) gain flatness ( $\Delta G_p$ )**

#### **5.5.1 Purpose**

To measure the power gain flatness under specified conditions.

#### **5.5.2 Circuit diagram**

See the circuit diagram shown in figure 1.

#### **5.5.3 Principle of measurement**

See the principle of measurements of 5.2.3.

Power gain flatness is derived from the following equation.

$$\Delta G_p = G_{p\max} - G_{p\min} \quad (5)$$

where  $G_{p\max}$  and  $G_{p\min}$  are the maximum power gain and the minimum power gain in the specified frequency band at the specified input power, respectively.

#### **5.5.4 Circuit description and requirements**

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### **5.5.5 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### **5.5.6 Measurement procedure**

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

The power gain is calculated by equation (3).

The frequency in the specified band is varied continuously with the same input power level.

Obtain the maximum power gain  $G_{pmax}$  and the minimum power gain  $G_{pmin}$  in the specified frequency band.

Power gain flatness is derived from equation (5).

#### 5.5.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band
- Input power

### 5.6 (Maximum available) gain reduction ( $\Delta G_{red}$ )

#### 5.6.1 Purpose

To measure the gain reduction of an AGC amplifier under specified conditions.

#### 5.6.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1, where bias supply contains AGC bias.

#### 5.6.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

#### 5.6.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### 5.6.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### 5.6.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The AGC bias is set to specified values giving the maximum linear gain  $G_{linmax}$ .

An adequate input power is applied to the device being measured.

By varying input power, confirm the change of output power in dBm is the same as that of input power.

The gain, measured in the region where the change of output power is the same as that of input power, is maximum linear gain  $G_{linmax}$ .

The AGC bias is set to the specified value giving the minimum linear gain  $G_{linmin}$ .

The minimum linear gain  $G_{linmin}$  is measured in dB in the same way as above.

$$\Delta G_{red} = G_{linmax} - G_{linmin}$$

(6)

### 5.6.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- AGC bias giving the maximum linear gain and the minimum linear gain

## 5.7 Limiting output power ( $P_{o(ltg)}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{o(ltg)}$ )

### 5.7.1 Purpose

To measure the limiting output power and limiting output power flatness under specified conditions.

### 5.7.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 1.

### 5.7.3 Principle of measurement

See the principle of measurements of 5.2.3.

### 5.7.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### 5.7.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### 5.7.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The input power  $P_i$  is applied to the device being measured.

The output power  $P_o$  is measured.

By varying the input power between the lower and upper limits of limiting range, find the minimum and maximum output powers ( $P_{o(ltg,min)}$  and  $P_{o(ltg,max)}$ ).

The limiting output power ( $P_{o(ltg)}$ ) and limiting output power flatness ( $\Delta P_{o(ltg)}$ ) are derived from the following equations:

$$P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} \quad (7)$$

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)} \quad (8)$$

### 5.7.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Lower limit of limiting range
- Upper limit of limiting range

## **5.8 Output power ( $P_o$ )**

### **5.8.1 Purpose**

To measure the output power under specified conditions.

### **5.8.2 Circuit diagram**

See the circuit diagram shown in figure 1.

### **5.8.3 Principle of measurement**

See the principle of measurements of 5.2.3.

### **5.8.4 Circuit description and requirements**

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

### **5.8.5 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 5.2.5.

### **5.8.6 Measurement procedure**

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The specified bias conditions are applied.

The input power with the specified value is applied to the device being measured.

The output power is measured.

### **5.8.7 Specified conditions**

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency band
- Input power

## **5.9 Output power at 1 dB gain compression ( $P_{o(1dB)}$ )**

### **5.9.1 Purpose**

To measure the output power at 1 dB gain compression under specified conditions.

### **5.9.2 Circuit diagram**

See the circuit diagram shown in figure 1.

### **5.9.3 Principle of measurement**

See the principle of measurements of 5.2.3.

The output power at 1 dB gain-compression  $P_{o(1dB)}$  is the value where the gain decreases by 1 dB compared with the linear gain.

#### 5.9.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

#### 5.9.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

#### 5.9.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

An adequate input power is applied to the device being measured.

By varying input power, confirm that the change of output power in decibels is the same as that of input power.

The gain, measured in the region where the change of output power in decibels is the same as that of input power, is linear gain  $G_{lin}$ .

The input power is increased up to the power at which the gain decreases by 1 dB, compared with linear gain  $G_{lin}$ .

The output power is measured at 1 dB gain compression point.

#### 5.9.7 Specified conditions

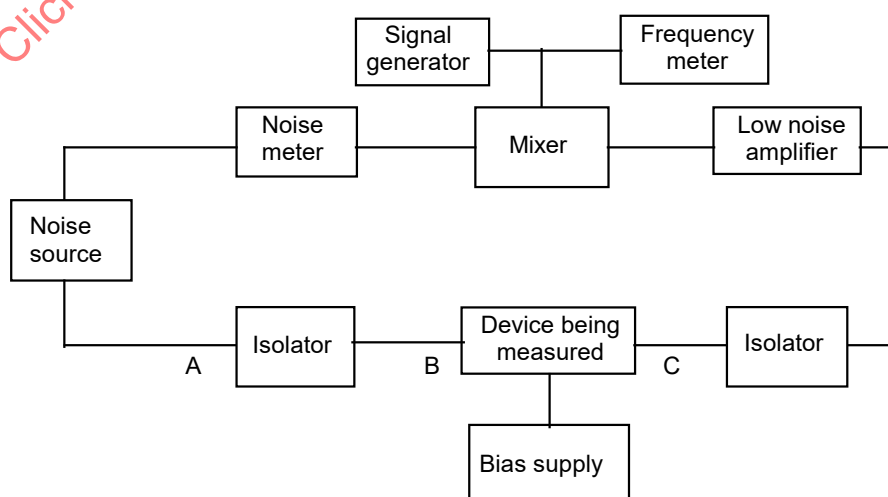
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency

### 5.10 Noise figure ( $F$ )

#### 5.10.1 Purpose

To measure the noise figure under specified conditions.

#### 5.10.2 Circuit diagram





**Figure 2 – Basic circuit for the measurement of the noise figure**

### 5.10.3 Principle of measurement

The noise figure  $F$  of the device being measured is derived from the following equation:

$$F = 10 \log \left[ 10^{(F_{12} - L_1) / 10} - \frac{10^{(F_2 / 10)} - 1}{10^{(G_{lin} / 10)}} \right] \quad (9)$$

where

$F_{12}$  is the overall noise figure;

$L_1$  is the circuit loss from point A to B;

$F_2$  is the noise figure after point C at the output stage;

$G_{lin}$  is the linear gain of the device being measured;

$F_{12}$ ,  $F_2$ ,  $G_{lin}$  and  $L_1$  are expressed in dB.

The noise figure measurement is carried out by using the hot and cold measurement method.

$F_{12}$ ,  $F_2$  and  $G_{lin}$  are calculated as follows.

$$F_{12} = 10 \log \left( \frac{10^{ENR / 10}}{(P_{N1} / P_{N2}) - 1} \right) \quad (10)$$

$$F_2 = 10 \log \left( \frac{10^{ENR / 10}}{(P_{N3} / P_{N4}) - 1} \right) \quad (11)$$

$$G_{lin} = 10 \log \left( \frac{P_{N1} - P_{N2}}{P_{N3} - P_{N4}} \right) \quad (12)$$

where

$ENR$  is the excess noise ratio of the noise source expressed in decibels;

$P_{N1}$  and  $P_{N2}$  in W, are the measured noise powers under the hot and cold state of the noise source, respectively;

$P_{N3}$  and  $P_{N4}$  in W, are the measured noise powers under the hot and cold state of the noise source, respectively, in the case of directly connecting point A to C in figure 2.

The temperature of the measurement is 290 K.

### 5.10.4 Circuit description and requirements

The circuit loss  $L_1$  should be measured beforehand.

### 5.10.5 Precautions to be observed

The entire circuit must be shielded and earthed to prevent from undesired signals. For noise figure measurement under the SSB condition, careful attention must be paid to the image and other spurious responses which are generated by the mixer.

These spurious responses should be reduced to negligible.

### 5.10.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified condition.

In order to measure the noise contribution of the measurement system, connect point A to C in figure 2 without the device being measured.

The noise power  $P_{N3}$  and  $P_{N4}$  corresponding to the noise source hot and cold, respectively, are measured.

The device being measured is inserted as shown in figure 2.

The bias under specified conditions is applied.

The noise power  $P_{N1}$  and  $P_{N2}$  corresponding to the noise source hot and cold, respectively, are measured.

The noise figure in decibels is calculated by equation (9).

NOTE Adjust to match the input and output impedance of the device being measured, when necessary.

### 5.10.7 Specified conditions

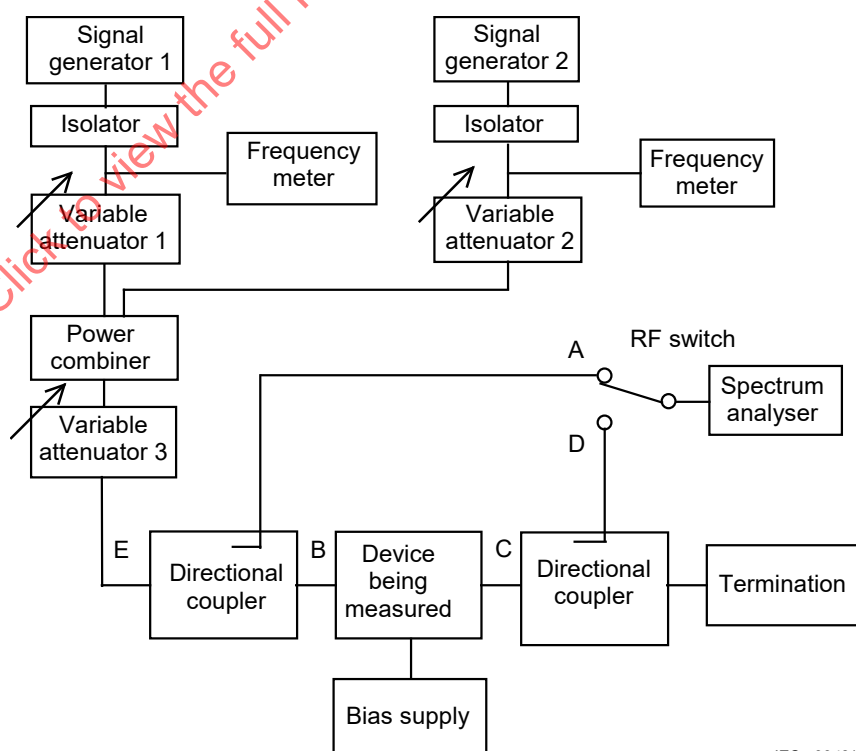
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Single-side band or double-side band

## 5.11 Intermodulation distortion (two-tone) ( $P_n/P_1$ )

### 5.11.1 Purpose

To measure the intermodulation distortion under specified conditions.

### 5.11.2 Circuit diagram



**Figure 3 – Basic circuit for the measurements of two-tone intermodulation distortion**

### 5.11.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 3 the input power  $P_i$ , the output powers  $P_1$  and  $P_n$  of the device being measured are derived from the following equations:

$$P_i = P_a + L_1 \quad (13)$$

$$P_1 = P_b + L_2 \quad (14)$$

$$P_n = P_c + L_2 \quad (15)$$

where

$P_1$  and  $P_n$  are the powers of the fundamental signal and the intermodulation distortion, respectively;

$P_a$ ,  $P_b$  and  $P_c$  are the values indicated by the spectrum analyser and corresponding to  $P_i$ ,  $P_1$  and  $P_n$ , respectively.

$L_1$  is the difference between the loss  $L_A$  and  $L_B$  where  $L_A$  is the loss from point E to point A and  $L_B$  is the loss from point E to point B shown in Figure 3, respectively.  $L_2$  is the circuit loss from point C to point D shown in figure 3.  $P_i$ ,  $P_1$ ,  $P_n$ ,  $P_a$ ,  $P_b$  and  $P_c$  are expressed in dBm.  $L_1$  and  $L_2$  are expressed in decibels.

The intermodulation distortion,  $P_n/P_1$ , which is expressed in dBc, is derived from Equations (14) and (15) as follows:

$$P_n/P_1 = P_n - P_1 = P_c - P_b \quad (16)$$

### 5.11.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

The variable attenuator 3 can be eliminated.

### 5.11.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.2.5.

It is better to terminate the port D, when the switch is connected to the position A, and vice versa.

### 5.11.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is applied.

The switch is connected to position A.

The signal generator 1 is turned on, and the fundamental signal is applied to the device being measured with the specified level  $P_i$  using the spectrum analyser and the variable attenuator 1.

The signal generator 2 is turned on, and another signal is added to the device being measured with the same level as the fundamental signal using the spectrum analyser and the variable attenuator 2.

The switch is connected to position D.

The output powers  $P_b$  and  $P_c$  in dB of the fundamental signal and the intermodulation products are measured using the spectrum analyser.

The intermodulation distortion on the specified input power  $P_i$  is derived from the equations (13) to (16).

#### 5.11.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequencies

### 5.12 Power at the intercept point (for intermodulation products) ( $P_{n(IP)}$ )

#### 5.12.1 Purpose

To measure the power at the intercept point for intermodulation products under specified conditions.

#### 5.12.2 Circuit diagram

See the circuit diagram of 5.11.2.

#### 5.12.3 Principle of measurement

Refer the principle of measurements of 5.11.3.

#### 5.12.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.11.4.

#### 5.12.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 5.11.5.

#### 5.12.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is applied.

The switch is connected to position A.

The signal generator 1 is turned on, and the fundamental signal is applied to the device being measured with the specified level using the spectrum analyser and the variable attenuator 1.

The signal generator 2 is turned on, and another signal is applied to the device being measured with the same level as the fundamental signal using the spectrum analyser and the variable attenuator 2.

The switch is connected to position D.

The output powers of the fundamental signal and the specified intermodulation products are measured using the spectrum analyser.

Changing the power level of the input signals using the variable attenuator 3, the above procedure is repeated within the specified range.

The data obtained are plotted.

The straight lines of the fundamental signal and the inter-modulation products in the linear region are extended.

The output power at the intercept point of the two extended lines is the power at the intercept point for the intermodulation products, i.e. second order, third order etc., under the specified conditions required in 5.12.7.

### 5.12.7 Specified conditions

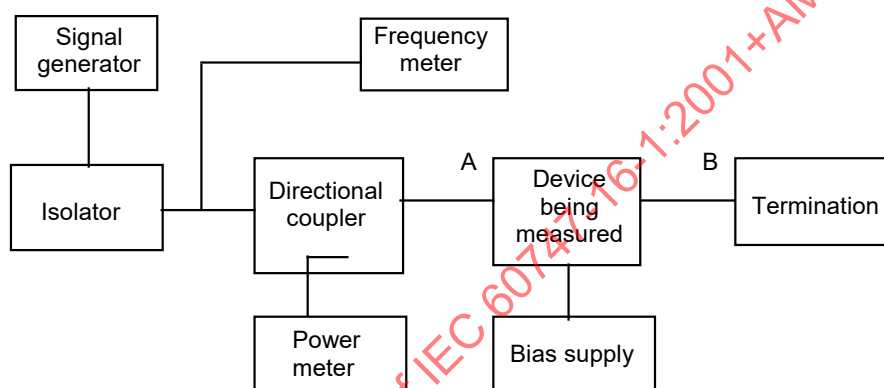
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequencies
- Range of input power

### 5.13 Magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) ( $|S_{11}|$ )

#### 5.13.1 Purpose

To measure the magnitude of the input reflection coefficient (input return loss) under specified conditions.

#### 5.13.2 Circuit diagram



IEC 2249/01

**Figure 4 – Circuit for the measurements of magnitude of input/output reflection coefficient (input/output return loss)**

NOTE A network analyser may be used to measure the magnitude of the reflection coefficient (input/output return loss).

#### 5.13.3 Principle of measurement

In this measurement, the magnitude of the reflection coefficient is expressed in return loss, which is commonly in use. Thus, the sign of the return loss is opposite to that of the magnitude of the reflection coefficient in decibels.

The input return loss is derived from the following equation:

$$|S_{11}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (17)$$

where

$P_1$  is the measured power when the line at point A is either short-circuited or made open-circuit;

$P_2$  is the measured power when the device being measured is inserted.

#### 5.13.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant, irrespective of impedance mismatches at its input.

The input port of the device being measured is connected to directional coupler, and other r.f. ports are connected to the termination.

The directivity of the directional coupler shall be sufficient to avoid undue error in the value of the return loss of the device being measured.

### 5.13.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

### 5.13.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

Points A and B are disconnected.

The line at point A is either short-circuited or made open-circuit.

The reading of the power meter is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The reading of the power meter is again recorded as  $P_2$ .

The input return loss is calculated by the equation (17).

### 5.13.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

## 5.14 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) ( $|S_{22}|$ )

The definition of the parameter of the magnitude of the output reflection coefficient  $|S_{22}|$  is the only one for all the operating condition of the devices; however, it is necessary to apply the different measuring methods according to the operating conditions. Note that the value of  $|S_{22}|$  depends on the operating output power level.

The method described in 5.14.1 is for the measurement under the small-signal operating condition, whereas 5.14.2 is the measuring method for the large-signal operating condition.

### 5.14.1 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under small-signal operating condition

#### 5.14.1.1 Purpose

To measure the magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under specified small-signal conditions.

#### 5.14.1.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 4.

#### 5.14.1.3 Principle of measurement

See the principle of measurements in 5.13.3.

The output return loss is derived from the following equation:

$$|S_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (18)$$

where

$P_1$  is the measured power when the line at point A is either short-circuited or made open-circuit;

$P_2$  is the measured power when the device being measured is inserted.

#### 5.14.1.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

The output port of the device being measured is connected to directional coupler, and other r.f. ports are connected to the termination.

The directivity of the directional coupler shall be sufficient to avoid undue error in value of the return loss of the device being measured.

#### 5.14.1.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

#### 5.14.1.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

Points A and B are disconnected.

The line at point A is either short-circuited or made open-circuit.

The reading of the power meter is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The reading of the power meter is again recorded as  $P_2$ .

The output return loss is calculated by the equation (18).

#### 5.14.1.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

### 5.14.2 Magnitude of the output reflection coefficient (output return loss) under large-signal operating condition

#### 5.14.2.1 Purpose

To measure the magnitude of the output reflection coefficient (output return loss  $|S_{22}|$ ) under the specified large-signal operation.

### 5.14.2.2 Circuit diagram

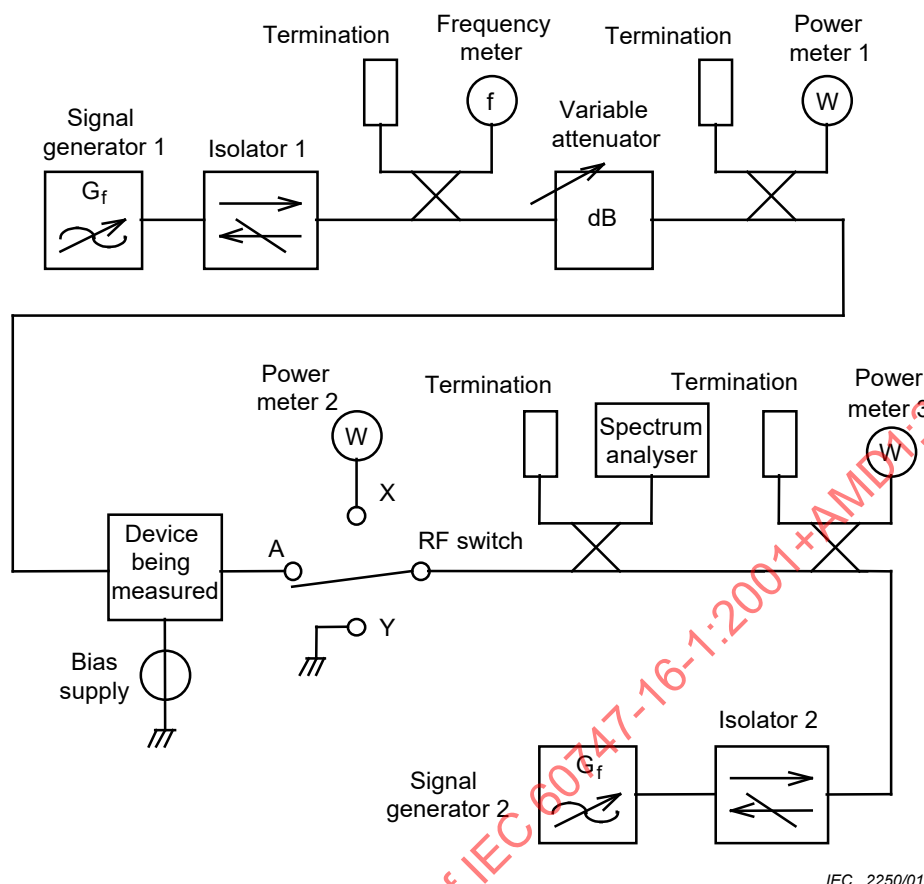


Figure 5 – Circuit for the measurement of output reflection coefficient

### 5.14.2.3 Principle of measurement

See the principle of measurements in 5.13.3.

The output return loss is derived from following equation:

$$|S_{22}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (19)$$

where

$P_1$  is the value indicated on the spectrum analyser when the r.f. switch is turned to Y, in dBm;

$P_2$  is the value indicated on the spectrum analyser when the r.f. switch is turned to A, in dBm.

### 5.14.2.4 Circuit description and requirements

The purposes of the isolators are to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatched at its input.

The signal generator 1 supplies specified power to the device being measured, and the generator 2 is signal source to measure the output reflection coefficient.

### 5.14.2.5 Precautions to be observed

Oscillation, which is checked by spectrum analyser, should be eliminated during measurement.



Harmonics or spurious responses of the signal generators should be reduced to be negligible.

Separate the frequency of signal generator 1 ( $f_1$ ) and generator 2 ( $f_2$ ) within the negligible of the frequency response of the device being measured.

#### 5.14.2.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator 1 for input signal should be set to the specified value ( $f_1$ ).

The frequency of the signal generator 2 for output reflection signal should be set to the specified value ( $f_2$ ).

The r.f. switch is turned to X.

The power of signal generator 2 should be adjusted 20 dB less than the specified output power of the device being measured.

The r.f. switch is turned to Y.

The indicated power on the spectrum analyser should be recorded ( $P_1$ ).

The r.f. switch is turned to A.

The biases under specified conditions are applied.

The specified power should be applied to the device being measured.

Record the indicated power on the spectrum analyser ( $P_2$ ).

The output reflection coefficient is calculated from equation (19).

#### 5.14.2.7 Specified conditions

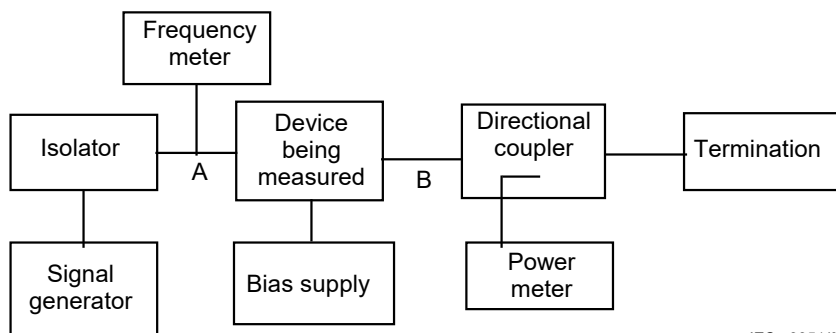
- Ambient temperature or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequencies
- Input power
- Output power

### 5.15 Magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) ( $|S_{12}|$ )

#### 5.15.1 Purpose

To measure the magnitude of the reverse transmission coefficient (isolation) under specified conditions.

### 5.15.2 Circuit diagram



IEC 2251/01

**Figure 6 – Circuit for the measurement of isolation**

NOTE A network analyser can also be used to measure the magnitude of the isolation.

### 5.15.3 Principle of measurement

The output port of the device being measured is connected to the isolator, and the input port is connected to the termination.

The input power at point A is  $P_1$  and output power at point B is  $P_2$ .

The isolation is derived from equation (20) as follows:

$$|S_{12}| \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)} \quad (20)$$

### 5.15.4 Circuit description and requirements

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its output ports.

The output port of the device being measured is connected to isolator, and input port is connected to the termination.

The dynamic range of the power meter shall be large in comparison to the reverse transmission coefficient of the device under measurement.

### 5.15.5 Precautions to be observed

As specified in 5.1.2.

### 5.15.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

Points A and B are connected without inserting the device being measured.

The reading of the input power indicated by meters is recorded as  $P_1$ .

The device being measured is then inserted between points A and B.

The bias under specified conditions is applied.

The output power now recorded by the meter is noted as  $P_2$ .

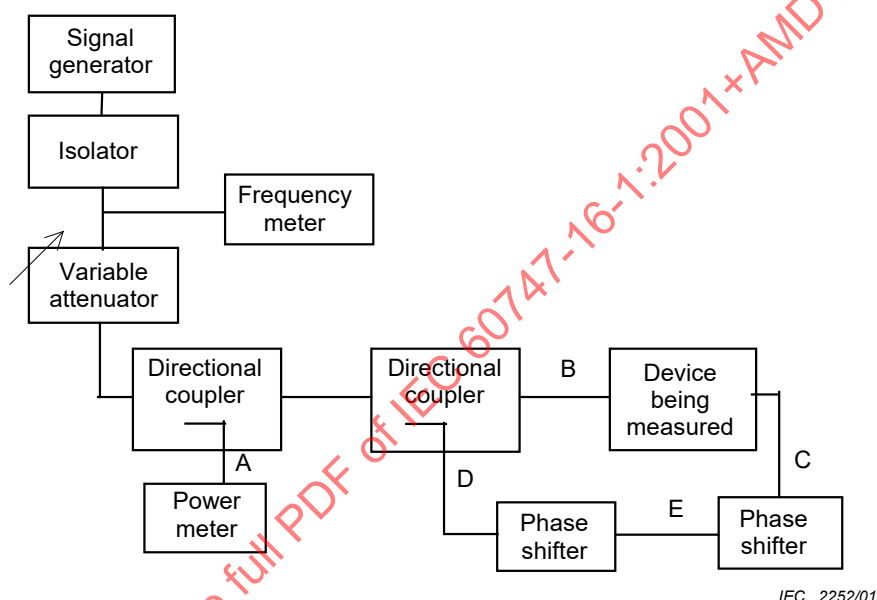
The reverse transmission coefficient is derived from the equation (20).

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Input power

### 5.16.1 Purpose

To measure the conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation under specified conditions.

### 5.16.2 Circuit diagram



**Figure 7 – Basic circuit for the measurement of  $\alpha_{(AM-PM)}$**

NOTE A network analyser can also be used to measure the conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation.

### 5.16.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 7, the input power  $P_i$  is derived from the following equation:

$$P_i = P_1 + L_1 \quad (21)$$

where

$P_1$  is the value indicated by the power meter;

$L_1$  is the circuit loss from point A to point B shown in figure 7.

The output signal-phase  $\phi_0$  in the circuit diagram is derived from the following equation:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (22)$$

where

$\phi_1$ ,  $\phi_2$  are the phase differences from point B to point C and from point D to point E shown in figure 7 at the specified input power  $P_i$ , respectively.

$P_i$ ,  $P_1$  are expressed in dBm.  $L_1$  is expressed in decibels.  $\phi_0$ ,  $\phi_1$ , and  $\phi_2$  are expressed in degrees.

The conversion coefficient of amplitude modulation to phase modulation is derived from equations (21) and (22) as follows:

$$\alpha_{(AM-PM)} = \Delta\phi_0/\Delta P_1 \quad (23)$$

where

$\Delta P_1$  is the input power change according to the modulation of variable attenuator;

$\Delta\phi_0$  is the signal-phase deviation corresponding to the change of input power.

#### 5.16.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 5.2.4.

It is better that the through-circuitry signal phase is measured beforehand and the phase shifter shown in figure 7 adjusted to  $\phi_0 = 0$  for the convenience of the deviation calculation, before installing the device being measured.

#### 5.16.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

Harmonics or spurious responses of the signal generator and the device being measured should be reduced to a negligible level.

#### 5.16.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

A specified input power is applied to the device being measured.

Measure the signal-phase  $\phi_1$  and  $\phi_2$ , then calculate  $\phi_0$  according to the equation (22).

By increasing input power, measure and calculate another  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , and  $\phi_0$ .

Conversion coefficient:  $\alpha_{(AM-PM)}$  is determined from the equation (23) at the specified input power.

#### 5.16.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequency
- Increment of input power

### 5.17 Group delay time ( $t_{d(grp)}$ )

#### 5.17.1 Purpose

To measure the group delay time under specified conditions.

### 5.17.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in figure 7.

NOTE A network analyser can also be used to measure the group delay time.

### 5.17.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 7, the output signal-phase  $\phi_0$  is derived from the following equation:

$$\phi_0 = \phi_1 - \phi_2 \quad (24)$$

where

$\phi_1$ ,  $\phi_2$  are the phase differences from point B to point C and from point D to point E at the specified input signal angular frequency  $\omega$ , respectively;

$\phi_0$ ,  $\phi_1$  and  $\phi_2$  are expressed in radians;

$\omega$  is expressed in radians/second.

The group delay time is derived from equation (24) as follows:

$$t_{d(\text{grp})} = -\Delta\phi_0/\Delta\omega \quad (25)$$

where

$\Delta\omega$  is the change of input signal angular frequency;

$\Delta\phi_0$  is the signal-phase deviation corresponding to the change of input frequency.

### 5.17.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The through-circuitry signal phase should be measured beforehand and the phase shifter shown in figure 7 adjusted to  $\phi_0 = 0$  before installing the device being measured.

### 5.17.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.16.5.

### 5.17.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator should be adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

A specified input power is applied to the device being measured.

Measure the signal-phase  $\phi_1$  and  $\phi_2$ , then calculate  $\phi_0$  according to equation (24).

By increasing input frequency, measure and calculate another  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , and  $\phi_0$ .

Group delay time:  $t_{d(\text{grp})}$  is determined from the equation (25) at the specified input angular frequency.

### 5.17.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Input power
- Frequency

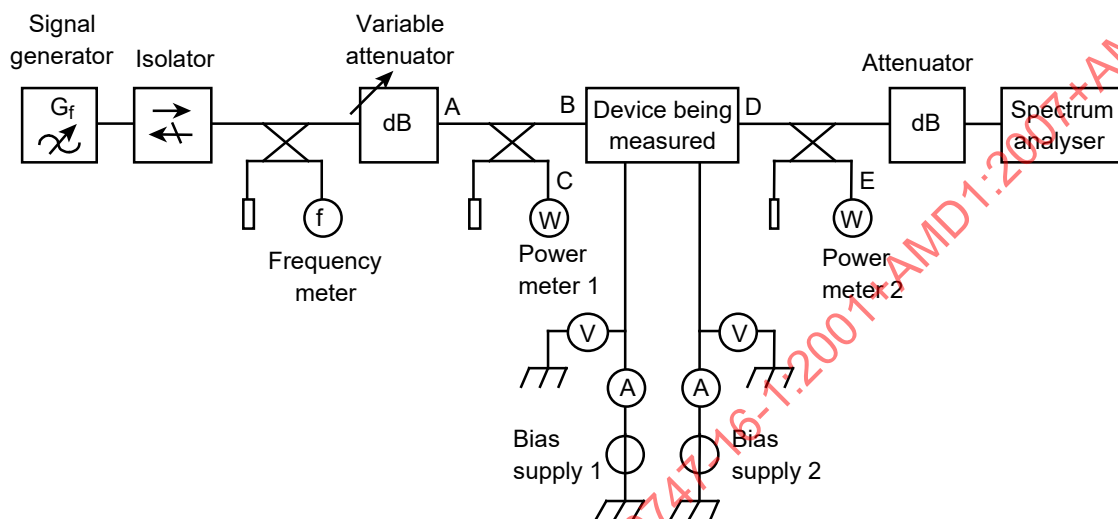
– Increment of input frequency

## 5.18 Power added efficiency ( $\eta_{\text{add}}$ )

### 5.18.1 Purpose

To measure the power added efficiency under specified conditions.

### 5.18.2 Circuit diagram



IEC 2253/01

Figure 8 – Circuit for the measurement of the power added efficiency

### 5.18.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 8, input power  $P_i$  and output power  $P_o$  in dBm are derived from equations:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (26)$$

$$P_o = P_2 + L_2 \quad (27)$$

where

$P_1$  is the value indicated by the power meter 1, in dBm;

$P_2$  is the value indicated by the power meter 2, in dBm;

$L_1$  is the loss from point A to point B, in dB – (loss from point A to point C, in dB);

$L_2$  is the loss from point D to point E, in dB.

Power added efficiency  $\eta_{\text{add}}$  is derived from equation:

$$\eta_{\text{add}} = \frac{(10^{P_o/10} - 10^{P_i/10})/1000}{|V_1 \cdot I_1| + |V_2 \cdot I_2|} \quad (28)$$

where

$V_1$  is the d.c. voltage, in V, applied to the device by the bias supply 1;

$I_1$  is the d.c. current, in A, supplied to the device by the bias supply 1;

$V_2$  is the control d.c. voltage, in V, applied to the device by the bias supply 2;

$I_2$  is the control d.c. current, in A, supplied to the device by the bias supply 2.

NOTE 1 Power added efficiency is normally expressed as a percentage; i.e.  $100 \times \eta_{\text{add}}$  from the equation (28).

NOTE 2 Sometimes  $P_i$  is neglected in the equation (28) because it is usually much smaller than  $P_o$ .

#### 5.18.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for the gain control of the device being measured.  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

#### 5.18.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by spectrum analyser. Oscillation should be eliminated during these measurements. Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

#### 5.18.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions are applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

DC bias currents and voltages are measured.

The power added efficiency  $\eta_{add}$  is calculated from equation (28).

#### 5.18.7 Specified conditions

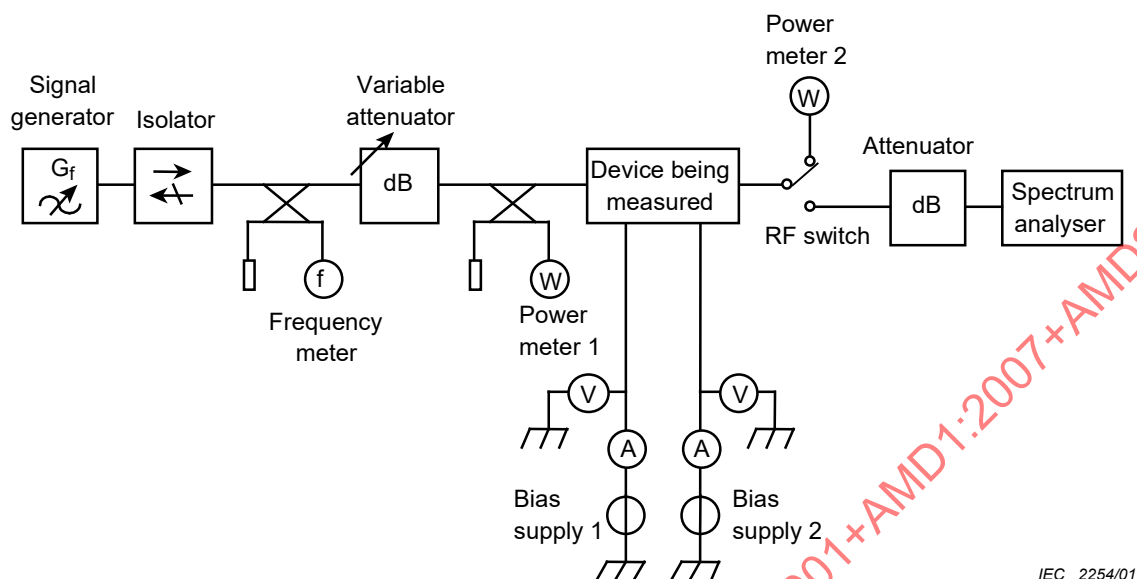
- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency
- Output power

### 5.19 $n$ th order harmonic distortion ratio ( $P_{nth}/P_1$ )

#### 5.19.1 Purpose

To measure the  $n$ th order harmonic distortion ratio under specified conditions.

### 5.19.2 Circuit diagram



**Figure 9 – Circuit for the measurements of the  $n$ th order harmonic distortion ratio**

### 5.19.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 9,  $n$ th order harmonic distortion ratio  $P_{nth}/P_1$  are derived from Equation (29):

$$P_{nth}/P_1 = P_{nth} - P_1 \quad (29)$$

where

$P_1$  is the power of the fundamental frequency measured by the spectrum analyser in dBm;

$P_{nth}$  is the power of the  $n$ th order harmonic component measured by the spectrum analyser in dBm.

### 5.19.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for the gain control of the device being measured.

### 5.19.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by spectrum analyser.

Oscillation should be eliminated during these measurements.

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

### 5.19.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias  $V_1$  or  $I_1$  under specified conditions is applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

The power of the fundamental frequency  $P_1$  and the power of the  $n$ th order harmonic component  $P_{nth}$  are measured by spectrum analyser.



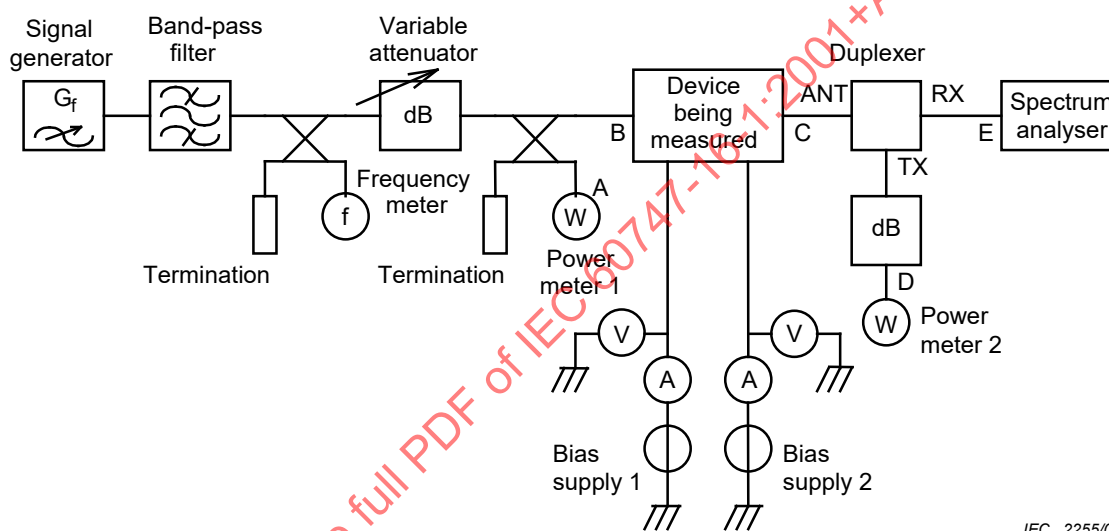
### 5.19.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency (fundamental)
- Input power
- Output power

### 5.20.1 Purpose

To measure the output noise power under specified conditions.

### 5.20.2 Circuit diagram



**Figure 10 – Circuit diagram for the measurement of the output noise power**

### 5.20.3 Principle of measurement

Output noise power  $P_N$  is the maximum output noise power delivered from the device being measured within the specified frequency range of noise measurement under the condition that the specified input power of the specified frequency  $P_i$  is applied and specified output power  $P_o$  is derived.

In the circuit diagram shown in figure 10  $P_i$ ,  $P_o$ , and  $P_N$  are obtained by following equations:

$$P_i = P_1 - L_1 \quad (30)$$

$$P_0 = P_2 - L_2 \quad (31)$$

$$P_N = P_3 - L_3 \quad (32)$$

where

- $P_1$  is the value indicated by power meter 1, in dBm;  
 $P_2$  is the value indicated by power meter 2, in dBm;  
 $P_3$  is the maximum value measured by the spectrum analyser in the specified frequency range for noise power measurement;

- $L_1$  is (the power at point A, in dBm) – (the power at point B, in dBm) for the fundamental frequency;
- $L_2$  is (the power at point C, in dBm) – (the power at point D, in dBm) for the fundamental frequency;
- $L_3$  is (the power at point C, in dBm) – (the power at point E, in dBm) for the noise power measurement frequency.

#### 5.20.4 Circuit description and requirements

The pass band of band-pass filter is the fundamental frequency band (the frequency band for transmission) and the stop band is the noise power measurement frequency (the frequency band for reception). It should be inserted to reduce the noise from the signal generator.

ANT-TX path of duplexer passes the fundamental frequency signal and stops the noise power measurement frequency signal, and ANT-RX path passes the noise power measurement frequency signal and stops the fundamental frequency signal. The purpose of the duplexer is to prevent the spectrum analyser from saturation by the fundamental frequency signal.

Bias supply 2 is for gain control of the device being measured.

$L_1$ ,  $L_2$ , and  $L_3$  should be measured beforehand.

#### 5.20.5 Precautions to be observed

Oscillation should be eliminated during the measurement. Harmonics and spurious response of the signal generator should be reduced to negligible.

In order to enhance the sensitivity of the spectrum analyser if necessary, the amplifier is inserted between the duplexer and the spectrum analyser. The noise from the inserted amplifier should be negligibly small.

#### 5.20.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The biases under specified conditions are applied.

Output power  $P_o$  is set to the specified value by adjusting  $V_2$ ,  $I_2$  or input power  $P_i$ .

The maximum power in the specified noise measurement frequency band is measured by the spectrum analyser.

The noise power  $P_N$  is calculated from equation (32)

#### 5.20.7 Specified conditions

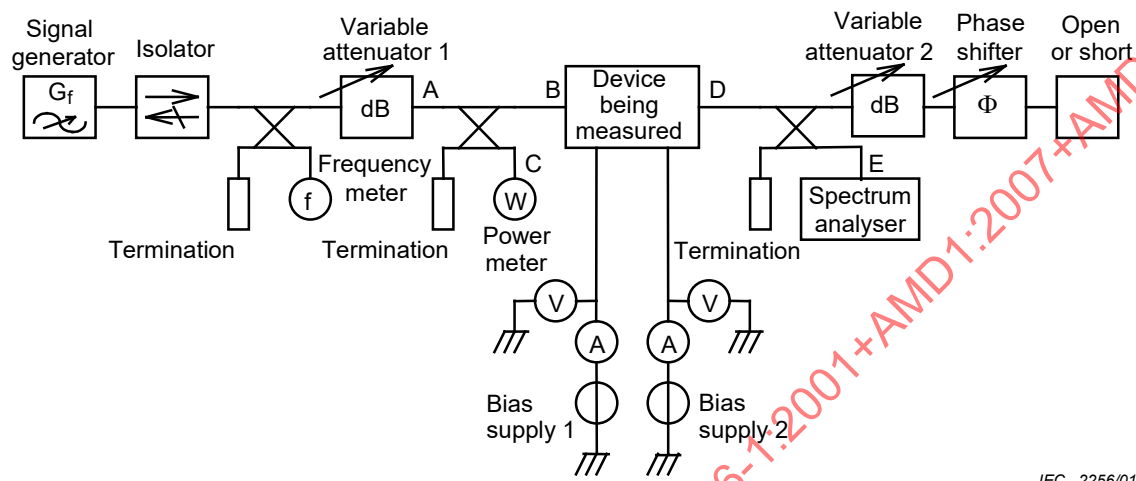
- Ambient or reference point temperature
- Bias conditions
- Fundamental frequency
- Frequency band of noise measurement
- Input power
- Output power

## 5.21 Spurious intensity under specified load VSWR ( $P_{sp}/P_o$ )

### 5.21.1 Purpose

To measure the spurious intensity under specified load VSWR to determine the stability under specified conditions.

### 5.21.2 Circuit diagram



IEC 2256/01

Figure 11 – Circuit diagram for the measurement of the spurious intensity

### 5.21.3 Principle of measurement

In the circuit diagram shown in figure 11, the output power  $P_o$  and the spurious output power  $P_{sp}$  are derived as follows:

$$P_o = P_1 - L_1 \quad (33)$$

$$P_{sp} = P_2 - L_2 \quad (34)$$

where  $P_1$  is the value of the fundamental output indicated by the spectrum analyser in dBm,  $P_2$  the value of the spurious output of the maximum power, except harmonic components, indicated by the spectrum analyser in dBm, and  $L_1$  and  $L_2$  are the circuit losses from point D to point E, in dB, at the frequency of  $P_1$ , at the frequency of  $P_2$ , respectively.

The spurious intensity  $P_{sp}/P_o$  in dBc is defined as follows:

$$P_{sp}/P_o = P_{sp} - P_o \quad (35)$$

### 5.21.4 Circuit description and requirements

Bias supply 2 is for gain control of the device being measured.

The variable attenuator 2 should be adjusted to get the specified load VSWR at point D beforehand.

$L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

### 5.21.5 Precautions to be observed

Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced to be negligible.

Oscillation will occur at the out-of-band frequency of the directional coupler.

#### 5.21.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator is adjusted to the specified value.

The bias under specified conditions is applied.

The specified input power is applied.

By varying the phase of the phase shifter through the specified phase range, find the maximum spurious output.

While keeping the phase, measure the power of the fundamental frequency  $P_1$  and the power of the spurious output  $P_{sp}$  with the spectrum analyser.

The spurious intensity is calculated from equation (35).

#### 5.21.7 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Bias conditions
- Input frequency
- Input power
- Load VSWR
- Phase variation range of load

### 5.22 Adjacent channel power ratio ( $P_{adj}/P_{o(mod)}$ )

#### 5.22.1 Purpose

To measure the adjacent channel power ratio under the specified conditions.

### 5.22.2 Circuit diagram

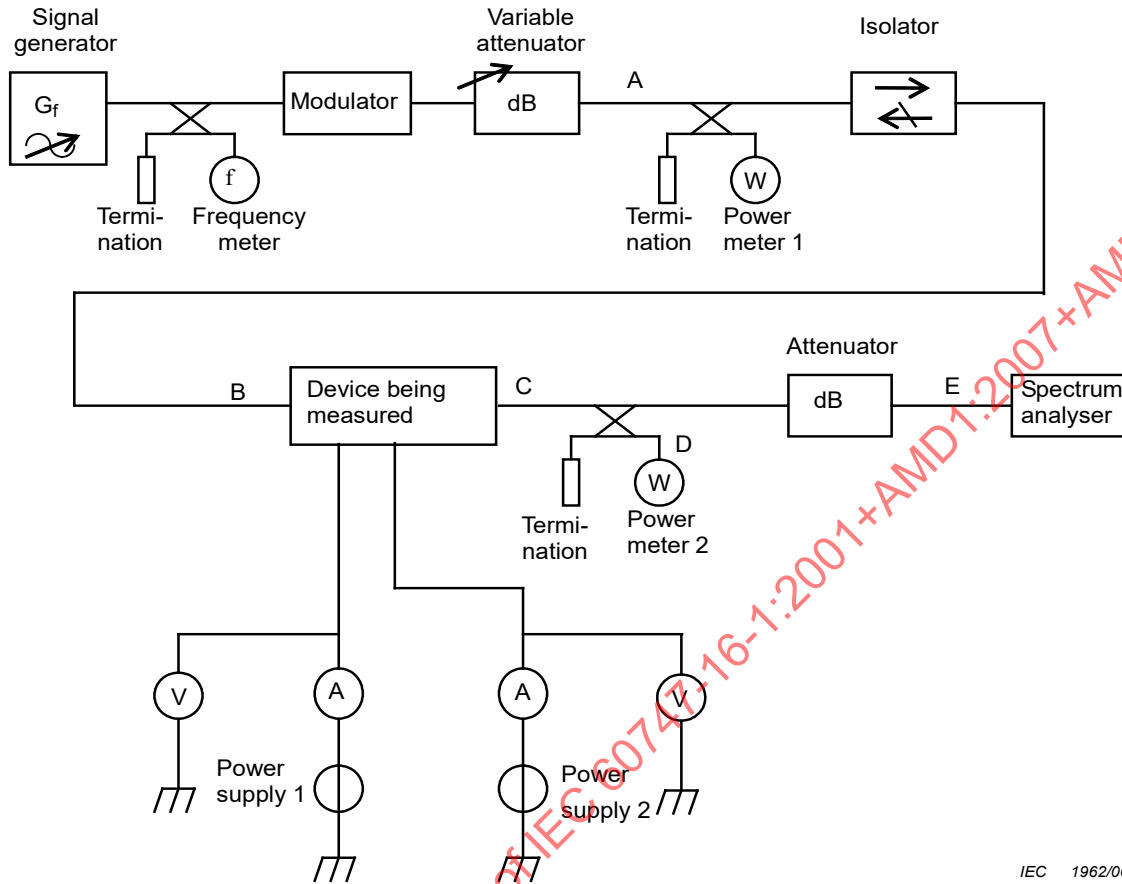


Figure 12 – Circuit for the measurement of the adjacent channel power ratio

### 5.22.3 Principle of measurement

Under the condition that the modulated signal is supplied for the device being measured in order to get the specified output power ( $P_o$ ),  $P_{adj}$  is the total output power in the specified bandwidth at the specified frequency away from the carrier signal, and  $P_{o(mod)}$  is the total output power in the specified bandwidth at the carrier signal. Adjacent channel power ratio  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  is the ratio of  $P_{adj}$  to  $P_{o(mod)}$ . The adjacent channels are in both the upper side band and lower side band of the carrier. The modulation signal is the carrier signal modulated with the standard test signal having the same rate as the specified code transmission rate.

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  in dBc is given as the following equations in the circuit of Figure 12.

$$P_o = P_1 + L_1 \quad (36)$$

$$P_{o(mod)} = P_2 + L_2 \quad (37)$$

$$P_{adj} = P_3 + L_2 \quad (38)$$

$$P_{adj}/P_{o(mod)} = P_{adj} - P_{o(mod)} = P_3 - P_2 \quad (39)$$

where

- $P_1$  is the value indicated by the power meter 2;
- $P_2$  is the value of total power in the specified bandwidth at the carrier signal indicated by the spectrum analyser;
- $P_3$  is the value of total output power in the specified channel bandwidth at the specified frequency that is equal to the channel spacing away from the carrier signal indicated by the spectrum analyser;

$L_1$  is the power at point C in dBm, less the power at point D in dBm;

$L_2$  is the power at point C in dBm, less the power at point E in dBm.

$P_o$ ,  $P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  and  $P_3$  are expressed in dBm;

$L_1$  and  $L_2$  are expressed in dB;

$P_{adj}/P_{o(mod)}$  is expressed in dBc.

#### 5.22.4 Circuit description and requirement

The circuit losses  $L_1$  and  $L_2$  should be measured beforehand.

#### 5.22.5 Precautions to be observed

The output signal and oscillation should be checked by the spectrum analyser. Oscillation should be eliminated during these measurements. Harmonics or spurious responses of the signal generator should be reduced so as to be negligible. An adequate attenuator should be inserted at the input of the spectrum analyser when the output power is high.

#### 5.22.6 Measurement procedure

The frequency of the signal generator shall be set to the specified value.

The bias conditions shall be applied to the device being measured.

An adequate input power shall be applied to the device being measured.

The following items of the modulator are set to the specified values according to the standard code of the test signal: modulation method, signal transmission rate and modulation bandwidth.

The following items of the spectrum analyser are set to the specified values: carrier frequency, sweep range, resolution bandwidth, video bandwidth, number of sampling and sweep time.

The value of  $P_1$  is measured at the power meter 1.

Output power of the device being measured  $P_o$  is calculated from Equation (36).

By adjusting the variable attenuator,  $P_o$  is set to the specified value.

The channel spacing and the channel bandwidth are set to the specified values.

The values of  $P_2$  and  $P_3$  are measured at the spectrum analyser.

$P_{o(mod)}$ ,  $P_{adj}$  are calculated from Equations (37) and (38).

Adjacent channel power ratio  $P_{adj}/P_{o(mod)}$  is calculated from Equation (39).

NOTE The display of the spectrum analyser is set to maximum hold mode. The detection mode of the spectrum analyser is set to positive peak mode.

#### 5.22.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Frequency (carrier frequency)
- Output power
- Standard code of the test signal:

- channel spacing
  - channel bandwidth
  - modulation method
  - signal transmission rate
  - modulation bandwidth
- Spectrum analyser:
- sweep range
  - resolution bandwidth
    - \* video bandwidth of a spectrum analyser
    - \* sampling numbers of a spectrum analyser
    - \* sweep time of a spectrum analyser

## 6 Verifying methods

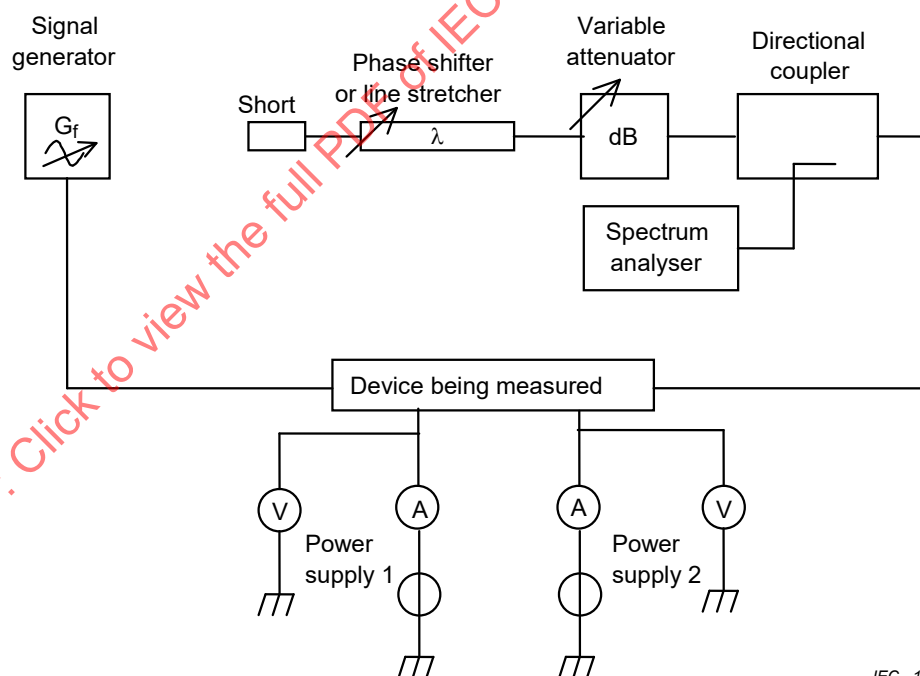
### 6.1 Load mismatch tolerance ( $\Psi_L$ )

#### 6.1.1 Purpose

To verify the load mismatch tolerance under specified conditions.

#### 6.1.2 Verification of method 1 (spurious intensity)

##### 6.1.2.1 Circuit diagram



IEC 1963/06

**Figure 13 – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 1**

##### 6.1.2.2 Circuit description and requirements

The signal generator shall be capable of operating within the specified frequency band. The signal generator shall have stable characteristics above noise floor with no oscillation and no

spurious intensity. The noise floor should be smaller than specified level from the output power. The signal generator must generate specified modulation signal.

The spectrum analyser shall be capable of operating within specified frequency range for checking no oscillation and no spurious intensity. The spectrum analyser shall have a specified dynamic range.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

#### **6.1.2.3 Precautions to be observed**

Noise floor or spurious responses of the signal generator shall be reduced so as to be negligible at the VSWR and less than the specified one.

The VSWR shall be kept constant at all phase conditions of the phase shifter.

#### **6.1.2.4 Test procedure**

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The modulation of the signal generator is set to the specified condition.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

Verification that there is no oscillation or spurious intensity less than the specified condition is confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

NOTE Instead of the line stretcher, a slide screw tuner can be used. An automatic stub-tuner or an electronic tuner is also used for convenience to enable the specified VSWR. The demerit of the tuners is that phase condition is discrete and cannot be swept continuously.

#### **6.1.2.5 Specified conditions**

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Modulation of the input signal
- Input power
- Spurious



### 6.1.3 Verification of method 2 (no discontinuity of the frequency response)

#### 6.1.3.1 Circuit diagram

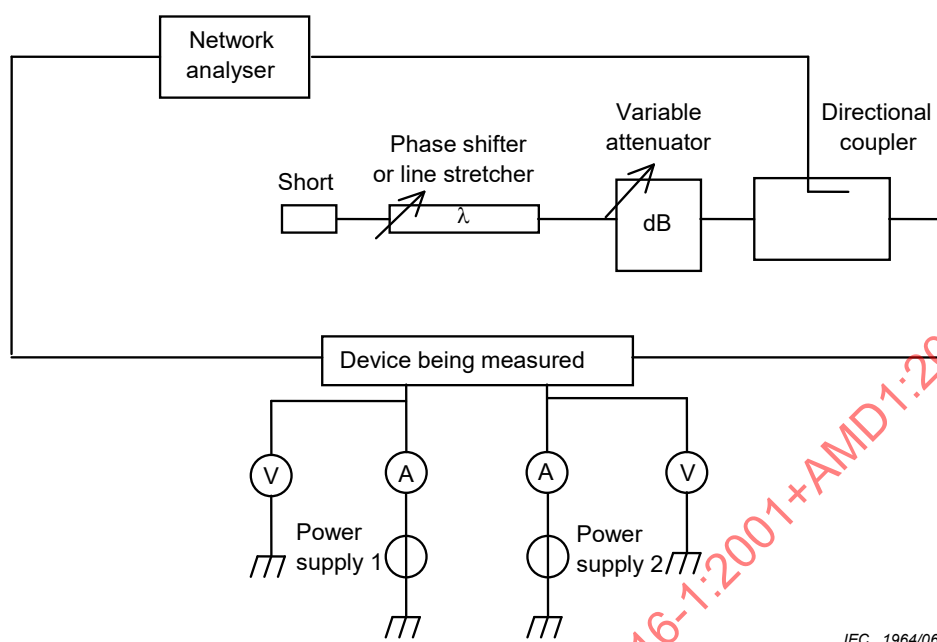


Figure 14 – Circuit for the verification of load mismatch tolerance in method 2

#### 6.1.3.2 Circuit description and requirements

The network analyser shall be capable of operating within specified frequency-band.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

#### 6.1.3.3 Precautions to be observed

The VSWR shall be kept constant at all phase conditions of the phase shifter.

#### 6.1.3.4 Test procedure

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The sweep frequency range of the network analyser is set to the specified value.

The power level of the network analyser is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

No discontinuity of the frequency response is confirmed by using the network analyser at all phase angles.

### 6.1.3.5 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency range of the input signal
- Input power

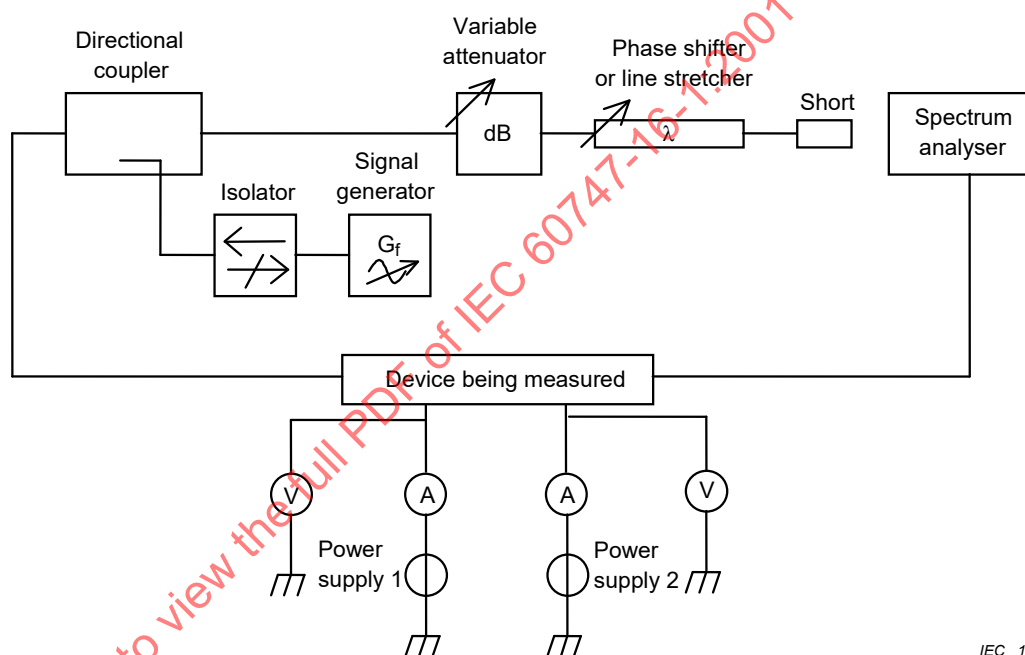
## 6.2 Source mismatch tolerance ( $\Psi_S$ )

### 6.2.1 Purpose

To verify the source mismatch tolerance under specified conditions.

### 6.2.2 Verification of method 1 (spurious intensity)

#### 6.2.2.1 Circuit diagram



IEC 1965/06

Figure 15 – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 1

#### 6.2.2.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 6.1.2.2.

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

#### 6.2.2.3 Precautions to be observed

See the precautions to be observed of 6.1.2.3.

#### 6.2.2.4 Test procedure

The source VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The modulation of the signal generator is set to the specified condition.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

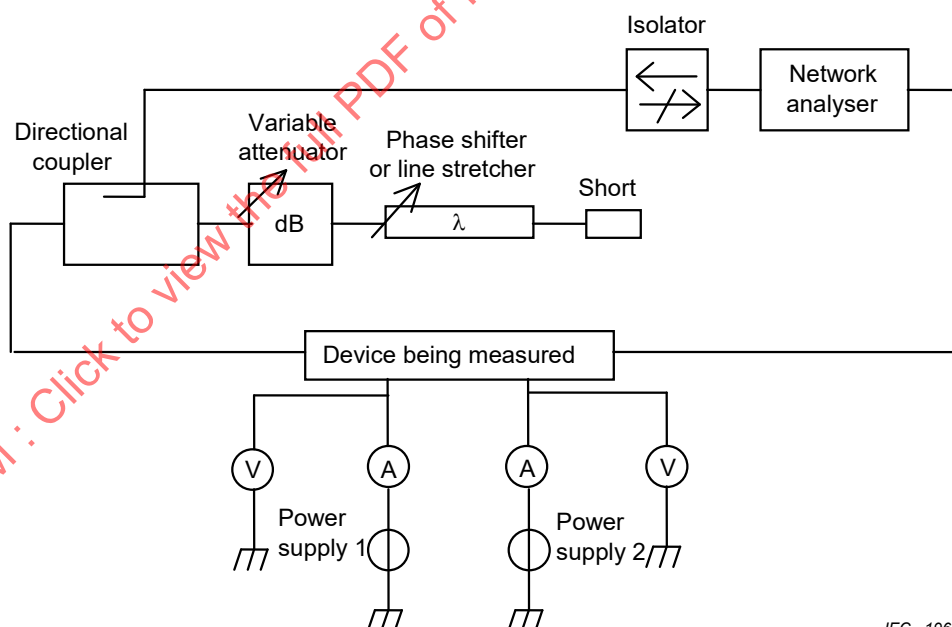
Verification that there is no oscillation or spurious intensity less than the specified condition is confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

#### 6.2.2.5 Specified conditions

- Ambient or reference point temperature
- Source VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Modulation of the input signal
- Input power
- Spurious intensity

#### 6.2.3 Verifying method 2 (no discontinuity of the frequency response)

##### 6.2.3.1 Circuit diagram



IEC 1966/06

**Figure 16 – Circuit for the verification of source mismatch tolerance in method 2**

##### 6.2.3.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements of 6.1.3.2.

The purpose of the isolator is to enable the power level to the device being measured to be kept constant irrespective of impedance mismatches at its input.

### **6.2.3.3 Precautions to be observed**

See the precautions to be observed of 6.1.3.3.

### **6.2.3.4 Test procedure**

The source VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The sweep frequency range of the network analyser is set to the specified value.

The power level of the network analyser is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

Verification that there is no discontinuity of the frequency response is confirmed by using the network analyser at all phase angles.

### **6.2.3.5 Specified conditions**

- Ambient or reference point temperature
- Source VSWR
- Bias conditions
- Frequency range of the input signal
- Input power

## **6.3 Load mismatch ruggedness ( $\Psi_R$ )**

### **6.3.1 Purpose**

To verify the load mismatch ruggedness under specified conditions.

### 6.3.2 Circuit diagram

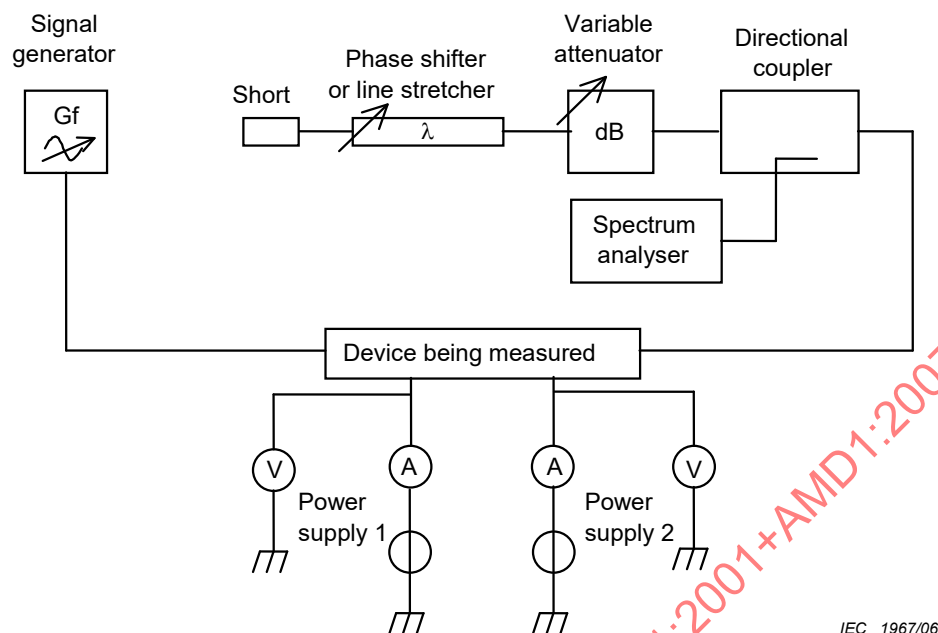


Figure 17 – Circuit for the verification of load mismatch ruggedness

### 6.3.3 Circuit description and requirements

The signal generator shall be capable of operating within the specified frequency band.

The spectrum analyser shall be capable of operating within the specified frequency range to ensure that there is no oscillation or spurious intensity.

The phase shifter shall be capable of keeping the load VSWR or the magnitude of the load reflection coefficient constant. The line stretcher is suitable for this purpose. The output port of the phase shifter should be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to adjust the load VSWR to the specified value.

### 6.3.4 Precautions to be observed

It shall be ensured that no oscillation (less than the specified one) occurs in any of the phase conditions of the phase shifter at the VSWR due to the verification system.

The VSWR shall be kept constant during all phase conditions of the phase shifter.

### 6.3.5 Test procedure

DC and RF characteristics are measured under specified conditions before the following load mismatch test procedure is carried out.

The load VSWR is set to the specified value by adjusting variable attenuator.

The frequency of the signal generator is set to the specified value.

The bias under specified condition is supplied.

The power level of the signal generator is set to the specified value.

The phase angle is swept continuously by varying the length of the line stretcher.

The device is kept in operation during the specified operation time at all phase angles.

DC and RF characteristics are measured under specified conditions once more.

Load mismatch ruggedness is verified using specified degradation criteria of DC and RF characteristics.

#### **6.3.6 Specified conditions**

- Ambient or reference point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Frequency of the input signal
- Input power
- Operation time
- Degradation criteria of DC and RF characteristics
- Measurement conditions of DC and RF characteristics

## SOMMAIRE

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                 | 64 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                      | 66 |
| 2 Références normatives .....                                                                      | 66 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                      | 67 |
| 4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles .....                                         | 69 |
| 4.1 Généralités .....                                                                              | 69 |
| 4.1.1 Identification et types de circuits .....                                                    | 69 |
| 4.2 Description relative à l'application .....                                                     | 70 |
| 4.2.1 Conformité au système et/ou aux informations d'interface .....                               | 70 |
| 4.2.2 Schéma de principe global .....                                                              | 70 |
| 4.2.3 Données de référence .....                                                                   | 70 |
| 4.2.4 Compatibilité électrique .....                                                               | 71 |
| 4.2.5 Dispositifs associés .....                                                                   | 71 |
| 4.3 Spécification de la fonction .....                                                             | 71 |
| 4.3.1 Schéma de principe détaillé – Blocs fonctionnels .....                                       | 71 |
| 4.3.2 Identification et fonction des bornes .....                                                  | 71 |
| 4.3.3 Description fonctionnelle .....                                                              | 73 |
| 4.3.4 Caractéristiques relatives à la famille .....                                                | 73 |
| 4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues) .....                        | 73 |
| 4.4.1 Valeurs limites électriques .....                                                            | 73 |
| 4.4.2 Températures .....                                                                           | 74 |
| 4.5 Conditions de fonctionnement (dans la plage de températures de fonctionnement spécifiée) ..... | 75 |
| 4.5.1 Valeurs positives et/ou négatives de sources d'alimentation .....                            | 75 |
| 4.5.2 Séquences d'initialisation (s'il y a lieu) .....                                             | 75 |
| 4.5.3 Tension(s) d'entrée (s'il y a lieu) .....                                                    | 75 |
| 4.5.4 Courant(s) de sortie (s'il y a lieu) .....                                                   | 75 |
| 4.5.5 Tension et/ou courant d'autre(s) borne(s) .....                                              | 75 |
| 4.5.6 Eléments externes (s'il y a lieu) .....                                                      | 75 |
| 4.5.7 Plage de températures de fonctionnement .....                                                | 75 |
| 4.6 Caractéristiques électriques .....                                                             | 75 |
| 4.6.1 Caractéristiques statiques .....                                                             | 75 |
| 4.6.2 Caractéristiques dynamiques ou en courant alternatif .....                                   | 76 |
| 4.7 Valeurs assignées mécaniques et environnementales, caractéristiques et données .....           | 77 |
| 4.8 Informations supplémentaires .....                                                             | 77 |
| 4.8.1 Circuit équivalent d'entrée et de sortie .....                                               | 77 |
| 4.8.2 Protection interne .....                                                                     | 77 |
| 4.8.3 Condensateurs aux bornes .....                                                               | 77 |
| 4.8.4 Résistance thermique .....                                                                   | 77 |
| 4.8.5 Interconnexions à d'autres types de circuit .....                                            | 77 |
| 4.8.6 Effets de composant(s) connecté(s) en externe .....                                          | 77 |
| 4.8.7 Recommandations pour tout (tous) dispositif(s) associé(s) .....                              | 77 |
| 4.8.8 Précautions de manipulation .....                                                            | 77 |
| 4.8.9 Données d'application .....                                                                  | 78 |
| 4.8.10 Autres informations d'application .....                                                     | 78 |

|        |                                                                                                                             |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.8.11 | Date de publication de la fiche technique.....                                                                              | 78 |
| 5      | Méthodes de mesure .....                                                                                                    | 78 |
| 5.1    | Généralités.....                                                                                                            | 78 |
| 5.1.1  | Impédances caractéristiques .....                                                                                           | 78 |
| 5.1.2  | Précautions générales .....                                                                                                 | 78 |
| 5.1.3  | Précautions de manipulation.....                                                                                            | 78 |
| 5.1.4  | Types .....                                                                                                                 | 78 |
| 5.2    | Gain (en puissance) linéaire ( $G_{lin}$ ) .....                                                                            | 78 |
| 5.2.1  | Objectif.....                                                                                                               | 78 |
| 5.2.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 79 |
| 5.2.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 79 |
| 5.2.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 79 |
| 5.2.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 80 |
| 5.2.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 80 |
| 5.2.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 80 |
| 5.3    | Uniformité du gain (en puissance) linéaire ( $\Delta G_{lin}$ ) .....                                                       | 80 |
| 5.3.1  | Objectif.....                                                                                                               | 80 |
| 5.3.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 80 |
| 5.3.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 80 |
| 5.3.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 80 |
| 5.3.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 80 |
| 5.3.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 81 |
| 5.3.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 81 |
| 5.4    | Gain en puissance ( $G_p$ ).....                                                                                            | 81 |
| 5.4.1  | Objectif.....                                                                                                               | 81 |
| 5.4.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 81 |
| 5.4.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 81 |
| 5.4.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 81 |
| 5.4.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 81 |
| 5.4.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 81 |
| 5.4.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 82 |
| 5.5    | Uniformité du gain (en puissance) ( $\Delta G_p$ ) .....                                                                    | 82 |
| 5.5.1  | Objectif.....                                                                                                               | 82 |
| 5.5.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 82 |
| 5.5.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 82 |
| 5.5.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 82 |
| 5.5.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 82 |
| 5.5.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 82 |
| 5.5.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 83 |
| 5.6    | Réduction du gain (maximum disponible) ( $\Delta G_{red}$ ) .....                                                           | 83 |
| 5.6.1  | Objectif.....                                                                                                               | 83 |
| 5.6.2  | Schéma de circuit .....                                                                                                     | 83 |
| 5.6.3  | Principe de mesure.....                                                                                                     | 83 |
| 5.6.4  | Description et exigences du circuit .....                                                                                   | 83 |
| 5.6.5  | Précautions à prendre .....                                                                                                 | 83 |
| 5.6.6  | Procédure de mesure .....                                                                                                   | 83 |
| 5.6.7  | Conditions spécifiées.....                                                                                                  | 83 |
| 5.7    | Puissance de sortie limite ( $P_{O(ltg)}$ ) et uniformité de la puissance de sortie<br>limite ( $\Delta P_{O(ltg)}$ ) ..... | 84 |



|        |                                                                                             |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.7.1  | Objectif.....                                                                               | 84 |
| 5.7.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 84 |
| 5.7.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 84 |
| 5.7.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 84 |
| 5.7.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 84 |
| 5.7.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 84 |
| 5.7.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 84 |
| 5.8    | Puissance de sortie ( $P_O$ ).....                                                          | 85 |
| 5.8.1  | Objectif.....                                                                               | 85 |
| 5.8.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 85 |
| 5.8.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 85 |
| 5.8.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 85 |
| 5.8.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 85 |
| 5.8.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 85 |
| 5.8.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 85 |
| 5.9    | Puissance de sortie pour une compression de gain de 1 dB ( $P_{O(1dB)}$ ) .....             | 85 |
| 5.9.1  | Objectif.....                                                                               | 85 |
| 5.9.2  | Schéma de circuit.....                                                                      | 85 |
| 5.9.3  | Principe de mesure.....                                                                     | 85 |
| 5.9.4  | Description et exigences du circuit .....                                                   | 86 |
| 5.9.5  | Précautions à prendre .....                                                                 | 86 |
| 5.9.6  | Procédure de mesure .....                                                                   | 86 |
| 5.9.7  | Conditions spécifiées.....                                                                  | 86 |
| 5.10   | Facteur de bruit ( $F$ ) .....                                                              | 86 |
| 5.10.1 | Objectif.....                                                                               | 86 |
| 5.10.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 87 |
| 5.10.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 87 |
| 5.10.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 88 |
| 5.10.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 88 |
| 5.10.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 88 |
| 5.10.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 88 |
| 5.11   | Distorsion d'intermodulation (à deux tonalités) ( $P_N/P_1$ ) .....                         | 88 |
| 5.11.1 | Objectif.....                                                                               | 88 |
| 5.11.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 89 |
| 5.11.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 89 |
| 5.11.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 90 |
| 5.11.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 90 |
| 5.11.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 90 |
| 5.11.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 90 |
| 5.12   | Puissance au point d'interception (pour les produits d'intermodulation) ( $P_N(IP)$ ) ..... | 90 |
| 5.12.1 | Objectif.....                                                                               | 90 |
| 5.12.2 | Schéma de circuit.....                                                                      | 90 |
| 5.12.3 | Principe de mesure.....                                                                     | 90 |
| 5.12.4 | Description et exigences du circuit .....                                                   | 91 |
| 5.12.5 | Précautions à prendre .....                                                                 | 91 |
| 5.12.6 | Procédure de mesure .....                                                                   | 91 |
| 5.12.7 | Conditions spécifiées.....                                                                  | 91 |

|        |                                                                                                                                                       |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.13   | Amplitude du coefficient de réflexion d'entrée (affaiblissement de réflexion d'entrée) ( $ S_{11} $ ).....                                            | 91  |
| 5.13.1 | Objectif.....                                                                                                                                         | 91  |
| 5.13.2 | Schéma de circuit.....                                                                                                                                | 92  |
| 5.13.3 | Principe de mesure.....                                                                                                                               | 92  |
| 5.13.4 | Description et exigences du circuit .....                                                                                                             | 92  |
| 5.13.5 | Précautions à prendre .....                                                                                                                           | 92  |
| 5.13.6 | Procédure de mesure .....                                                                                                                             | 92  |
| 5.13.7 | Conditions spécifiées.....                                                                                                                            | 93  |
| 5.14   | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) ( $ S_{22} $ ) .....                                         | 93  |
| 5.14.1 | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en faibles signaux..... | 93  |
| 5.14.2 | Amplitude du coefficient de réflexion de sortie (affaiblissement de réflexion de sortie) dans une condition de fonctionnement en grands signaux.....  | 94  |
| 5.15   | Amplitude du coefficient de transmission inverse (isolation) ( $ S_{12} $ ).....                                                                      | 96  |
| 5.15.1 | Objectif.....                                                                                                                                         | 96  |
| 5.15.2 | Schéma de circuit.....                                                                                                                                | 97  |
| 5.15.3 | Principe de mesure.....                                                                                                                               | 97  |
| 5.15.4 | Description et exigences du circuit .....                                                                                                             | 97  |
| 5.15.5 | Précautions à prendre .....                                                                                                                           | 97  |
| 5.15.6 | Procédure de mesure .....                                                                                                                             | 97  |
| 5.15.7 | Conditions spécifiées.....                                                                                                                            | 98  |
| 5.16   | Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase ( $\alpha(\text{AM-PM})$ ) .....                                                 | 98  |
| 5.16.1 | Objectif.....                                                                                                                                         | 98  |
| 5.16.2 | Schéma de circuit.....                                                                                                                                | 98  |
| 5.16.3 | Principe de mesure.....                                                                                                                               | 98  |
| 5.16.4 | Description et exigences du circuit .....                                                                                                             | 99  |
| 5.16.5 | Précautions à prendre .....                                                                                                                           | 99  |
| 5.16.6 | Procédure de mesure .....                                                                                                                             | 99  |
| 5.16.7 | Conditions spécifiées.....                                                                                                                            | 99  |
| 5.17   | Temps de retard de groupe ( $t_d(\text{grp})$ ).....                                                                                                  | 99  |
| 5.17.1 | Objectif.....                                                                                                                                         | 99  |
| 5.17.2 | Schéma de circuit.....                                                                                                                                | 100 |
| 5.17.3 | Principe de mesure.....                                                                                                                               | 100 |
| 5.17.4 | Description et exigences du circuit .....                                                                                                             | 100 |
| 5.17.5 | Précautions à prendre .....                                                                                                                           | 100 |
| 5.17.6 | Procédure de mesure .....                                                                                                                             | 100 |
| 5.17.7 | Conditions spécifiées.....                                                                                                                            | 100 |
| 5.18   | Rendement en puissance ajoutée ( $\eta_{\text{add}}$ ).....                                                                                           | 101 |
| 5.18.1 | Purpose.....                                                                                                                                          | 101 |
| 5.18.2 | Schéma de circuit.....                                                                                                                                | 101 |
| 5.18.3 | Principe de mesure.....                                                                                                                               | 101 |
| 5.18.4 | Description et exigences du circuit .....                                                                                                             | 102 |
| 5.18.5 | Précautions à prendre .....                                                                                                                           | 102 |
| 5.18.6 | Procédure de mesure .....                                                                                                                             | 102 |
| 5.18.7 | Conditions spécifiées.....                                                                                                                            | 102 |

|        |                                                                                     |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.19   | Taux de distorsion de l'harmonique de rang n ( $P_{nth}/P_1$ ).....                 | 102 |
| 5.19.1 | Objectif.....                                                                       | 102 |
| 5.19.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 103 |
| 5.19.3 | Principe de mesure.....                                                             | 103 |
| 5.19.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 103 |
| 5.19.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 103 |
| 5.19.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 103 |
| 5.19.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 104 |
| 5.20   | Puissance de bruit en sortie ( $P_N$ ) .....                                        | 104 |
| 5.20.1 | Objectif.....                                                                       | 104 |
| 5.20.2 | Schémas des circuits.....                                                           | 104 |
| 5.20.3 | Principe de mesure.....                                                             | 104 |
| 5.20.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 105 |
| 5.20.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 105 |
| 5.20.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 105 |
| 5.20.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 105 |
| 5.21   | Intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée ( $P_{sp}/P_o$ ).....           | 106 |
| 5.21.1 | Objectif.....                                                                       | 106 |
| 5.21.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 106 |
| 5.21.3 | Principe de mesure.....                                                             | 106 |
| 5.21.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 106 |
| 5.21.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 107 |
| 5.21.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 107 |
| 5.21.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 107 |
| 5.22   | Rapport de puissance pour le canal adjacent ( $P_{adj}/P_o(mod)$ ) .....            | 107 |
| 5.22.1 | Objectif.....                                                                       | 107 |
| 5.22.2 | Schéma de circuit.....                                                              | 108 |
| 5.22.3 | Procédure de mesure .....                                                           | 108 |
| 5.22.4 | Description et exigences du circuit .....                                           | 109 |
| 5.22.5 | Précautions à prendre .....                                                         | 109 |
| 5.22.6 | Procédure de mesure .....                                                           | 109 |
| 5.22.7 | Conditions spécifiées.....                                                          | 109 |
| 6      | Vérification des méthodes .....                                                     | 110 |
| 6.1    | Tolérance de charge non adaptée ( $\psi_L$ ) .....                                  | 110 |
| 6.1.1  | Objectif.....                                                                       | 110 |
| 6.1.2  | Vérification de la méthode 1 (Intensité parasite) .....                             | 110 |
| 6.1.3  | Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)..... | 112 |
| 6.2    | Tolérance de source non adaptée ( $\psi_S$ ) .....                                  | 113 |
| 6.2.1  | Objectif.....                                                                       | 113 |
| 6.2.2  | Vérification de la méthode 1 (intensité parasite) .....                             | 113 |
| 6.2.3  | Vérification de la méthode 2 (pas de discontinuité de la réponse en fréquence)..... | 114 |
| 6.3    | Robustesse de charge non adaptée ( $\psi_R$ ) .....                                 | 115 |
| 6.3.1  | Objectif.....                                                                       | 115 |
| 6.3.2  | Schéma de circuit.....                                                              | 116 |
| 6.3.3  | Description et exigences du circuit .....                                           | 116 |
| 6.3.4  | Précautions à prendre .....                                                         | 116 |
| 6.3.5  | Procédure d'essai.....                                                              | 116 |

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3.6 Conditions spécifiées.....                                                                                                                           | 117 |
| Figure 1 – Circuit pour les mesures du gain linéaire.....                                                                                                  | 79  |
| Figure 2 – Circuit de base pour la mesure du facteur de bruit .....                                                                                        | 87  |
| Figure 3 – Circuit de base pour les mesures de la distorsion d'intermodulation à deux<br>fréquences porteuses .....                                        | 89  |
| Figure 4 – Circuit pour les mesures d'amplitude du coefficient de réflexion d'entrée/ de<br>sortie (affaiblissement de réflexion d'entrée/de sortie) ..... | 92  |
| Figure 5 – Circuit pour la mesure du coefficient de réflexion de sortie.....                                                                               | 95  |
| Figure 6 – Circuit pour la mesure de l'isolation .....                                                                                                     | 97  |
| Figure 7 – Circuit de base pour la mesure de $\alpha$ (AM-PM).....                                                                                         | 98  |
| Figure 8 – Circuit pour la mesure du rendement en puissance ajoutée.....                                                                                   | 101 |
| Figure 9 – Circuit pour les mesures du taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$ .....                                                                | 103 |
| Figure 10 – Schéma du circuit de mesure de la puissance de bruit en sortie.....                                                                            | 104 |
| Figure 11 – Schéma de circuit pour la mesure de l'intensité parasite .....                                                                                 | 106 |
| Figure 12 – Circuit de mesure du rapport de puissance pour le canal adjacent .....                                                                         | 108 |
| Figure 13 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la<br>méthode 1.....                                                        | 110 |
| Figure 14 – Circuit de vérification de la tolérance de charge non adaptée dans la<br>méthode 2.....                                                        | 112 |
| Figure 15 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la<br>méthode 1.....                                                        | 113 |
| Figure 16 – Circuit de vérification de la tolérance de source non adaptée dans la<br>méthode 2.....                                                        | 114 |
| Figure 17 – Circuit de vérification de la robustesse de charge non adaptée .....                                                                           | 116 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-1: Circuits intégrés hyperfréquences –  
Amplificateurs

## 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.

**DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60747-16-1 porte le numéro d'édition 1.2. Elle comprend la première édition (2001-11) [documents 47E/200/FDIS et 47E/204/RVD], son amendement 1 (2007-01) [documents 47E/305/FDIS et 47E/317/RVD] et son amendement 2 (2017-02) [documents 47E/500/CDV et 47E/518/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

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

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

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

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 l'IEC 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.

## DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

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

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 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 IEC 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 l'IEC 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 l'IEC et de l'ISO tiennent à jour l'état des normes internationales en vigueur.

IEC 60050-702, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 702: Oscillations, signaux et dispositifs associés* (disponible à l'adresse: <http://www.electropedia.org>)

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/AMD1:2010

IEC 60747-4:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 4: Diodes et transistors hyperfréquences*  
IEC 60747-4:2007/AMD1:2017

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

IEC 60748-3:1986, *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Partie 3: Circuits intégrés analogiques*  
IEC 60748-3:1986/AMD1:1991  
IEC 60748-3:1986/AMD2:1994

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

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

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **gain (en puissance) linéaire $G_{lin}$**

gain en puissance dans la région linéaire de la courbe de transfert de puissance  $P_o$  (dBm) =  $f(P_i)$

NOTE Dans cette région,  $\Delta P_o$  (dBm) =  $\Delta P_i$  (dBm).

#### 3.2

##### **uniformité du gain (en puissance) linéaire $\Delta G_{lin}$**

uniformité du gain en puissance lorsque le point de fonctionnement se trouve dans la région linéaire de la courbe de transfert de puissance

#### 3.3

##### **gain en puissance $G_p$ , $G$**

rapport de la puissance de sortie sur la puissance d'entrée

NOTE Habituellement le gain en puissance est exprimé en décibels.

#### 3.4

##### **uniformité du gain (en puissance) $\Delta G_p$**

différence entre le gain en puissance maximale et minimale pour une puissance d'entrée spécifiée dans une plage de fréquences spécifiée

#### 3.5

##### **réduction du gain (maximum disponible) $\Delta G_{red}$**

différence en décibels entre les gains en puissance maximale et minimale pouvant être fournis par la commande de gain

### 3.6 Limitation de puissance de sortie

#### 3.6.1

##### **plage limite de puissance de sortie**

plage dans laquelle la puissance de sortie est limitée pour augmenter la puissance d'entrée

NOTE Pour les spécifications, les limites de cette plage sont indiquées par des valeurs limites inférieure et supérieure pour la puissance d'entrée.

#### 3.6.2

##### **puissance de sortie limite $P_{o(ltg)}$**

puissance de sortie dans la plage dans laquelle elle est limitée

#### 3.6.3

##### **uniformité de la puissance de sortie limite $\Delta P_{o(ltg)}$**

différence entre la puissance de sortie maximale et minimale dans la plage limite de puissance de sortie:

$$\Delta P_{o(ltg)} = P_{o(ltg,max)} - P_{o(ltg,min)}$$

#### 3.7

##### **distorsion d'intermodulation**

##### **$P_n/P_1$**

rapport de la composante du  $n^{\text{ième}}$  ordre de la puissance de sortie à la composante fondamentale de la puissance de sortie

Note 1 à l'article: L'abréviation « $IMD_n$ » est encore d'usage courant pour la distorsion d'intermodulation du  $n^{\text{ième}}$  ordre.



SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.19.

### 3.8

#### puissance au point interception (pour les produits d'intermodulation)

$P_{n(IP)}$

la puissance de sortie à l'intersection entre les puissances de sortie extrapolées de la composante fondamentale et des composantes d'intermodulation du  $n^{\text{ième}}$  ordre, lorsque l'extrapolation est effectuée dans un diagramme représentant la puissance de sortie des composants (en décibels) en fonction de la puissance d'entrée (en décibels)

### 3.9

#### amplitude du coefficient de réflexion d'entrée

(affaiblissement de réflexion d'entrée)

$|S_{11}|$

voir 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.10

#### amplitude du coefficient de réflexion de sortie

(affaiblissement de réflexion de sortie)

$|S_{22}|$

voir 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.11

#### amplitude du coefficient de transmission inverse

(isolation)

$|S_{12}|$

voir 3.5.2.4 de l'IEC 60747-7 7.4.3.10.2.2 de l'IEC 60747-4:2007

### 3.12

#### coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase $\alpha_{(AM-PM)}$

quotient de

la déviation de phase du signal de sortie (en degrés) par

la variation de puissance d'entrée (en décibels) le produisant

### 3.13

#### temps de retard de groupe $t_{d(grp)}$

rapport, en fonction de la fréquence angulaire, de la variation du déphasage par l'intermédiaire de l'amplificateur

NOTE Habituellement, le temps de retard de groupe est très proche en valeur du temps de retard entrée/sortie.

### 3.14

#### taux de distorsion de l'harmonique de rang $n$

$P_{nth}/P_1$

rapport de la puissance de la composante harmonique de rang  $n$  mesurée au port de sortie sur la puissance de la fréquence fondamentale mesurée au port de sortie

### 3.15

#### puissance de bruit en sortie $P_N$

puissance de bruit maximale mesurée au port de sortie du dispositif selon une largeur de bande comprise dans une plage de fréquences spécifiée pour une sortie de puissance donnée

### 3.16

#### **intensité parasite selon le ROS de charge spécifiée**

$P_{sp}/P_o$

rapport de la puissance parasite maximale mesurée au port de sortie du dispositif sur la puissance de la fréquence fondamentale mesurée au port de sortie selon le ROS de charge spécifiée

### 3.17

#### **puissance de sortie**

$P_o$

puissance RF mesurée au port de sortie

SOURCE: IEC 60747-4:2007/AMD1:2017, 7.2.2.

### 3.18

#### **puissance de sortie pour une compression du gain de 1 dB**

$P_{o(1dB)}$

voir 8.2.13 de l'IEC 60747-4

### 3.19

#### **facteur de bruit**

$F$

voir 702-08-57 de l'IEC 60050-702

### 3.20

#### **rendement en puissance ajoutée**

$\eta_{add}$

voir 8.2.15 de l'IEC 60747-4

### 3.21

#### **rapport de puissance pour le canal adjacent**

$P_{adj}/P_{o(mod)}$

rapport de la puissance de sortie totale dans une bande de fréquences spécifiée éloignée de la fréquence du signal porteur sur la puissance totale dans une bande de fréquences spécifiée du signal porteur, lorsqu'un signal de modulation est appliqué

### 3.22

#### **tolérance de charge non adaptée**

$\psi_L$

voir 7.2.20 de l'IEC 60747-4

### 3.23

#### **tolérance de source non adaptée**

$\psi_S$

voir 7.2.21 de l'IEC 60747-4

### 3.24

#### **robustesse de charge non adaptée**

$\psi_R$

voir 7.2.22 de l'IEC 60747-4

## **4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles**

### **4.1 Généralités**

#### **4.1.1 Identification et types de circuits**

##### **4.1.1.1 Désignation et types**

Il convient de préciser l'indication du type (nom du dispositif), la catégorie du circuit et la technologie appliquée.

Les amplificateurs hyperfréquences sont divisés en quatre catégories:

Type A: à faible bruit.

Type B: à commande automatique de gain.

Type C: limiteur.

Type D: de puissance.

#### **4.1.1.2 Description de la fonction générale**

Il convient d'effectuer une description générale de la fonction exécutée par les amplificateurs hyperfréquences à circuits intégrés et des caractéristiques relatives à l'application.

#### **4.1.1.3 Technologie de fabrication**

Il convient de mentionner la technologie de fabrication, par exemple, un circuit intégré monolithique à semiconducteurs, un circuit intégré à couches minces, un micro-assemblage. Il convient d'y inclure des détails relatifs aux technologies des semiconducteurs, comme le MESFET, le MISFET, le transistor bipolaire au silicium, le HBT (transistor bipolaire à hétérojonction), etc.

#### **4.1.1.4 Identification du boîtier**

Il convient d'indiquer ce qui suit:

- a) numéro IEC ou de référence nationale du dessin d'encombrement, ou dessin de boîtier non normalisé comprenant une numérotation des bornes;
- b) matériau principal du boîtier; par exemple : métal, céramique, plastique.

#### **4.1.1.5 Application principale**

Il convient de mentionner, si nécessaire, l'application principale. Si le dispositif présente des applications restrictives, il convient de le mentionner ici.

### **4.2 Description relative à l'application**

Il convient de donner des informations sur l'application du circuit intégré et sur sa relation avec les dispositifs associés.

#### **4.2.1 Conformité au système et/ou aux informations d'interface**

Il convient de mentionner si le circuit intégré est conforme à un système d'application et/ou une norme ou des recommandations d'interface.

Il convient également de donner des informations détaillées concernant les systèmes d'application, équipements et circuits, tels que les réseaux VSAT, les récepteurs satellites de radiodiffusion directe, les systèmes d'atterrissage hyperfréquences, etc.

#### **4.2.2 Schéma de principe global**

Il convient, si nécessaire, de fournir un schéma de principe des systèmes appliqués.

#### **4.2.3 Données de référence**

Il convient d'indiquer les propriétés les plus importantes pour permettre une comparaison entre des types de dérivée.

#### 4.2.4 Compatibilité électrique

Il convient de mentionner si le circuit intégré est compatible du point de vue électrique avec d'autres circuits intégrés particuliers ou familles de circuits intégrés ou si des interfaces spéciales sont nécessaires.

Il convient de fournir des détails concernant le type de circuits d'entrée et de sortie, par exemple, impédances d'entrée/de sortie, blocage du courant continu, drain ouvert, etc. Il convient de mentionner, le cas échéant, l'interchangeabilité avec d'autres dispositifs.

#### 4.2.5 Dispositifs associés

Il convient, le cas échéant, de mentionner ici ce qui suit:

- dispositifs nécessaires pour un fonctionnement correct (liste indiquant le numéro du type, le nom et la fonction);
- dispositifs périphériques avec interconnexion directe (liste indiquant le numéro du type, le nom et la fonction).

### 4.3 Spécification de la fonction

#### 4.3.1 Schéma de principe détaillé – Blocs fonctionnels

Il convient de fournir un schéma de principe détaillé ou des informations de circuit équivalentes relatives aux amplificateurs hyperfréquences à circuits intégrés. Dans le schéma de principe, il convient d'indiquer ce qui suit:

- 1) blocs fonctionnels;
- 2) interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels;
- 3) unités fonctionnelles individuelles parmi les blocs fonctionnels;
- 4) interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels individuels;
- 5) fonction de chaque connexion externe;
- 6) interdépendance entre les blocs fonctionnels séparés.

Il convient d'identifier, dans le schéma de principe, la fonction de chaque connexion externe et, lorsque aucune ambiguïté n'est possible, les symboles et/ou numéros des bornes. Si l'encapsulation présente des parties métalliques, il convient d'indiquer toute connexion de bornes externes à ces dernières. Lorsque cela s'avère nécessaire, il convient de mentionner les connexions avec tous les éléments électriques externes associés.

A titre d'informations supplémentaires, le schéma des circuits électriques peut être reproduit, mais pas nécessairement avec les indications de valeurs des composants de circuit. Le symbole graphique pour la fonction doit être indiqué. Celui-ci peut être obtenu dans un catalogue de normes des symboles graphiques ou conçu selon les règles de l'IEC 60617.

#### 4.3.2 Identification et fonction des bornes

Il convient d'identifier toutes les bornes sur le schéma de principe (bornes d'alimentation, bornes d'entrée ou de sortie, bornes d'entrée/de sortie).