

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices –
Part 16-5: Microwave integrated circuits – Oscillators**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 16-5: Circuits intégrés hyperfréquences – Oscillateurs**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-5:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI 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
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - 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.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices –
Part 16-5: Microwave integrated circuits – Oscillators**

**Dispositifs à semiconducteurs –
Partie 16-5: Circuits intégrés hyperfréquences – Oscillateurs**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.080.99

ISBN 978-2-83220-827-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Essential ratings and characteristics.....	11
4.1 General requirements.....	11
4.1.1 Circuit identification and types	11
4.1.2 General function description	11
4.1.3 Manufacturing technology	11
4.1.4 Package identification.....	11
4.2 Application description	11
4.2.1 Conformance to system and/or interface information	11
4.2.2 Overall block diagram	11
4.2.3 Reference data	11
4.2.4 Electrical compatibility	12
4.2.5 Associated devices	12
4.3 Specification of the function	12
4.3.1 Detailed block diagram – Functional blocks	12
4.3.2 Identification and function of terminals.....	12
4.3.3 Function description	13
4.4 Limiting values (absolute maximum rating system)	13
4.4.1 Requirements	13
4.4.2 Electrical limiting values.....	14
4.4.3 Temperatures	14
4.5 Operating conditions (within the specified operating temperature range)	15
4.6 Electrical characteristics.....	15
4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data	16
4.8 Additional information.....	16
5 Measuring methods.....	16
5.1 General.....	16
5.1.1 General precautions	16
5.1.2 Characteristic impedance	17
5.1.3 Handling precautions.....	17
5.1.4 Types	17
5.2 Oscillation frequency (f_{osc})	17
5.2.1 Purpose.....	17
5.2.2 Circuit diagram	17
5.2.3 Principle of measurement	17
5.2.4 Circuit description and requirements.....	17
5.2.5 Precautions to be observed	17
5.2.6 Measurement procedure	18
5.2.7 Specified conditions	18
5.3 Output power ($P_{O,osc}$).....	18
5.3.1 Purpose.....	18
5.3.2 Circuit diagram	18
5.3.3 Principle of measurement	18

5.3.4	Circuit description and requirements	18
5.3.5	Precautions to be observed	18
5.3.6	Measurement procedure	18
5.3.7	Specified conditions	18
5.4	Phase noise ($\mathcal{L}(f)$)	19
5.4.1	Purpose	19
5.4.2	Measuring methods	19
5.5	Tuning sensitivity ($S_{f,v}$)	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	Frequency pushing ($f_{osc,push}$)	24
5.6.1	Purpose	24
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	Frequency pulling ($f_{osc,pull}$)	25
5.7.1	Purpose	25
5.7.2	Circuit diagram	25
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	27
5.8	n-th order harmonic distortion ratio (P_{nth}/P_1)	27
5.8.1	Purpose	27
5.8.2	Circuit diagram	27
5.8.3	Principle of measurement	27
5.8.4	Circuit description and requirements	27
5.8.5	Measurement procedure	27
5.8.6	Specified conditions	27
5.9	Output power flatness ($\Delta P_{O,osc}$)	28
5.9.1	Purpose	28
5.9.2	Circuit diagram	28
5.9.3	Principle of measurement	28
5.9.4	Circuit description and requirements	28
5.9.5	Precautions to be observed	28
5.9.6	Measurement procedure	28
5.9.7	Specified conditions	28
5.10	Tuning linearity	28
5.10.1	Purpose	28
5.10.2	Circuit diagram	28

5.10.3	Principle of measurement	29
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	Frequency temperature coefficient ($\alpha_{f,temp}$)	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	Output power temperature coefficient ($\alpha_{P,temp}$).....	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.....	32
5.12.5	Precautions to be observed	32
5.12.6	Measurement procedure	32
5.12.7	Specified conditions	32
5.13	Spurious distortion ratio (P_S/P_1)	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.....	33
5.13.5	Measurement procedure	33
5.13.6	Specified conditions	33
5.14	Modulation bandwidth (B_{mod}).....	33
5.14.1	Purpose.....	33
5.14.2	Circuit diagram	33
5.14.3	Principle of measurement	34
5.14.4	Circuit description and requirements.....	34
5.14.5	Precautions to be observed	34
5.14.6	Measurement procedure	34
5.14.7	Specified conditions	35
5.15	Sensitivity flatness	35
5.15.1	Purpose.....	35
5.15.2	Circuit diagram	35
5.15.3	Principle of measurement	35
5.15.4	Circuit description and requirements.....	36
5.15.5	Precautions to be observed	36
5.15.6	Measurement procedure	36
5.15.7	Specified conditions	36
6	Verifying methods.....	36
6.1	Load mismatch tolerance (Ψ_L).....	36
6.1.1	Purpose.....	36
6.1.2	Verifying method 1 (spurious intensity)	36

6.1.3	Verifying method 2 (no discontinuity of frequency tuning characteristics of VCO).....	37
6.2	Load mismatch ruggedness (ψ_R)	38
6.2.1	Purpose	38
6.2.2	Circuit diagram	38
6.2.3	Circuit description and requirements.....	38
6.2.4	Precautions to be observed	38
6.2.5	Test Procedure	38
6.2.6	Specified conditions	39
	Bibliography.....	40
	Figure 1 – Circuit diagram for the measurement of the oscillation frequency f_{osc}	17
	Figure 2 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{A}(f)$ (method 1).....	20
	Figure 3 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{A}(f)$ (method 2).....	21
	Figure 4 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{A}(f)$ (method 3).....	22
	Figure 5 – Circuit diagram for the measurement of the frequency pulling $f_{osc,pull}$	26
	Figure 6 – Tuning linearity	29
	Figure 7 – Circuit diagram for the measurement of the oscillation frequency temperature coefficient $\alpha_{f,temp}$	30
	Figure 8 – Circuit diagram for the measurement of the modulation bandwidth B_{mod}	34
	Figure 9 – Sensitivity flatness	36
	Table 1 – Comparison of phase noise measuring methods.....	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 16-5: Microwave integrated circuits – Oscillators

FOREWORD

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

International Standard IEC 60747-16-5 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47E/452/FDIS	47E/454/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-5:2013

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 16-5: Microwave integrated circuits – Oscillators

1 Scope

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

This standard is applicable to the fixed and voltage-controlled semiconductor microwave oscillator devices, except the oscillator modules such as synthesizers which require external controllers.

NOTE This document is not applicable to the quartz crystal controlled oscillators. They are specified by IEC 60679-1.

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

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

3 Terms and definitions

3.1 oscillation frequency

f_{osc}
frequency measured at the output port

¹⁾ A consolidated edition (2010) exists, including IEC 60747-1:2006 and its Amendment 1.

²⁾ A consolidated edition (2010) exists, including IEC 60747-16-3:2002 and its Amendment 1.

3.2**output power** $P_{o,osc}$

power measured at the output port

3.3**phase noise** $\mathcal{L}(f)$

frequency-domain measure of the short-term frequency stability of an oscillator, normally expressed as the power spectral density of the phase fluctuations, $S_\phi(f)$, where the phase fluctuation function is $\phi(t) = 2\pi Ft - 2\pi F_0 t$

Note 1 to entry: The spectral density of phase fluctuation can be directly related to the spectral density of frequency fluctuation by

$$S_\phi(f) = \left(\frac{F_0}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ rad}^2 / \text{Hz}$$

where

F is the oscillator frequency;

F_0 is the average oscillator frequency;

f is the Fourier frequency.

Note 2 to entry: $\mathcal{L}(f)$ is pronounced "script-ell of f".

[SOURCE: IEC 60679-1:2007, 3.2.25, modified – A symbol and two notes have been added. The explanation of the spectral density of phase fluctuation has been moved to a note]

3.4**tuning sensitivity** $S_{f,v}$

ratio of the change of oscillation frequency to the variation of the control voltage

3.5**frequency pushing** $f_{osc,push}$

change of the oscillation frequency with the variation of the bias voltage

3.6**frequency pulling** $f_{osc,pull}$

change of the oscillation frequency with all phase angles for constant load reflection coefficient

3.7**n-th order harmonic distortion ratio** P_{nth}/P_1

ratio of the power of the n-th order harmonic component at the output port to the output power at the oscillation frequency

3.8**oscillation frequency range**

difference between the oscillation frequencies at the maximum control voltage and at the minimum control voltage

3.9

output power flatness

$\Delta P_{o,osc}$

difference between the maximum and the minimum output power within the control voltage range

3.10

tuning linearity

ratio of the maximum departure of the oscillation frequency from an ideal straight line between its values at the minimum and maximum control voltages to the oscillation frequency range

3.11

oscillation frequency temperature coefficient

$\alpha_{f,temp}$

ratio of the change in oscillation frequency to the corresponding change in temperature

3.12

output power temperature coefficient

$\alpha_{P,temp}$

ratio of the change in output power to the corresponding change in temperature

3.13

spurious distortion ratio

P_s/P_1

ratio of the power of the maximum spurious component at the output port to the output power at the oscillation frequency

3.14

load mismatch tolerance

Ψ_L

maximum load VSWR (voltage standing wave ratio) in the range where the device oscillates with no unexpected spurious intensity and/or no discontinuity of frequency tuning characteristics (in case of VCO) at all phase angles

3.15

load mismatch ruggedness

Ψ_R

maximum load VSWR in the range where the device withstand load mismatch with no degradation at all phase angles with specified conditions

[SOURCE: IEC 60747-4:2007, 7.2.22]

3.16

modulation bandwidth

B_{mod}

modulating frequency at which the frequency deviation decreases by 3 dB from its dc value

3.17

sensitivity flatness

ratio of the maximum departure of the tuning sensitivity from an ideal straight line between its values at the minimum and maximum control voltages to the oscillation frequency range

4 Essential ratings and characteristics

4.1 General requirements

4.1.1 Circuit identification and types

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

Microwave oscillators are divided into two categories:

- type A: fixed oscillator;
- type B: voltage controlled oscillator.

4.1.2 General function description

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

4.1.3 Manufacturing technology

The manufacturing technology, e.g. semiconductor monolithic integrated circuit, thin film integrated circuit, micro-assembly, etc. shall be stated. This statement shall include details of the semiconductor technologies such as Schottky barrier diode, MESFET, Si bipolar transistor, etc.

IEC 60747-4 shall be referred to for terminology and letter symbols, essential ratings and characteristics and measuring methods of such microwave devices.

4.1.4 Package identification

The following statements shall be made:

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

4.2 Application description

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 an interface standard or a recommendation.

Detailed information concerning application systems, equipment and circuits such as very small aperture terminal (VSAT) systems, broadcasting satellite (BS) 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 that 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 concerning the type of output circuits, e.g. output impedances, d.c. block, open-drain, etc. Interchangeability with other devices, if any, should also be given.

4.2.5 Associated devices

If applicable, the following should be stated:

- 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 oscillators shall be given. The block diagram shall be composed of the following:

- a) functional blocks;
- b) mutual interconnections among the functional blocks;
- c) individual functional units within the functional blocks;
- d) mutual interconnections among the individual functional blocks;
- e) function of each external connection;
- f) inter-dependence between the separate functional blocks.

The block diagram shall identify the function of each external connection and, where no ambiguity can arise, also show the terminal symbols and/or numbers. If the encapsulation has metallic parts, any connection to them from external terminals shall be indicated. The connections with any associated external electrical elements shall 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. Rules governing such diagrams may be obtained from IEC 60617.

4.3.2 Identification and function of terminals

All terminals shall be identified on the block diagram (supply terminals, output terminals).

The terminal functions 1) to 4) shall be indicated in a table as follows:

Terminal number	Terminal symbol	1) Terminal designation	2) Function	Function of terminal	
				3) Output identification	4) Type of output circuits

(1) Terminal designation

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

(2) Function

A brief indication of the terminal function shall be given:

- each function of multi-role terminals, i.e. terminals having multiple functions;

- each function of 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) Output identification

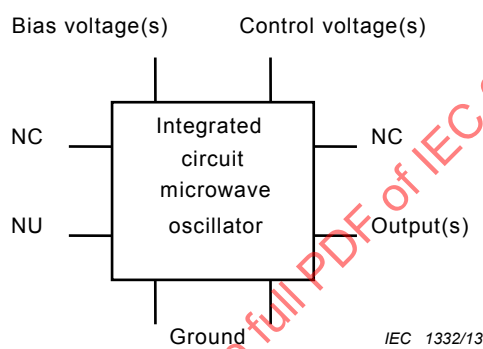
Output and multiplex output terminals shall be distinguished.

(4) Type of output circuits

The type of output circuit, e.g. output impedances, with or without d.c. block, etc., shall be distinguished.

If the baseplate of the package is used as a ground terminal, the type of ground, e.g. analog ground, digital ground, shall be stated in the column of 2) Function.

EXAMPLE



4.3.3 Function description

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

- basic function;
- relation to external terminals;
- operation mode (e.g., set-up method, preference, etc.).

4.4 Limiting values (absolute maximum rating system)

4.4.1 Requirements

The table for these values shall contain 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 durations shall be specified.
- Where minimum and maximum values differ during programming of the device, this shall be stated.
- All voltages are referenced to a specified reference terminal (V_{ss} , ground, etc.).
- In satisfying the following clauses, if maximum and/or minimum values are quoted, the manufacturer shall indicate whether he refers to the absolute magnitude or to the algebraic value of the quantity.

- The ratings given shall cover the operation of the multi-function integrated circuit over the specified range of operating temperatures. Where such ratings are temperature-dependent, these dependence shall be indicated.

4.4.2 Electrical limiting values

Limiting values shall be specified as follows:

Parameters	Min.	Max.
Bias voltage(s) (where appropriate)		+
Bias current(s) (where appropriate)		+
Control voltage(s) (where appropriate)		+
Control current(s) (where appropriate)		+
Terminal voltage(s) (where appropriate)	+	+
Terminal current(s) (where appropriate)		+
Power dissipation		+
It is necessary to select either Bias voltage(s) or Bias current(s), either Control voltage(s) or Control current(s), and either Terminal voltage(s) or Terminal current(s).		

The detail specification may indicate those values within the table including footnotes a and b.

Parameters ^{a, b}	Symbols	Min.	Max.	Unit
^a Where appropriate, in accordance with the type of circuit considered. ^b For power supply voltage range: – limiting value(s) of the continuous voltage(s) at the supply terminal(s) with respect to a special electrical reference point; – where appropriate, limiting value between specified supply terminals; – when more than one voltage supply is required, a statement shall be made as to whether the sequence in which these supplies are applied is significant: if so, the sequence shall be stated; – when more than one supply is needed, it may be necessary to state the combinations of ratings for these supply voltages and currents.				

4.4.3 Temperatures

- Operating temperature (ambient or reference-point temperature)
- Storage temperature
- Channel temperature
- 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)

Operating conditions are not to be inspected, but may be used for quality assessment purpose.

- a) Power supplies – Positive and/or negative values
- b) Initialization sequences (where appropriate)

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

- c) Input voltage(s) (where appropriate)
- d) Output current(s) (where appropriate)
- e) Voltage and/or current of other terminal(s)
- f) External elements (where appropriate)
- g) Operating temperature range

4.6 Electrical characteristics

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

Parameters	Min.	Typ.	Max.	Types	
				A	B
Bias operating current		+	+	+	+
Control operating current		+	+		+
Oscillation frequency, f_{osc}	+	+	+	+	+
Output power, $P_{o,osc}$	+	+	+	+	+
Phase noise, $\mathcal{L}(f)$			+	+	+
Tuning sensitivity, $S_{f,v}$	+	+			+
Frequency pushing, $f_{osc,push}$			+	+	+
Frequency pulling, $f_{osc,pull}$			+	+	+
n-th order harmonic distortion ratio, P_{nth}/P_1			+	+	+
Oscillation frequency range	+		+		+
Output power flatness, $\Delta P_{o,osc}$		+	+		+
Tuning linearity		+	+		+
Oscillation frequency temperature coefficient, $\alpha_{f,temp}$		+	+	+	+
Output power temperature coefficient, $\alpha_{P,temp}$		+	+	+	+
Spurious distortion ratio, P_s/P_1			+	+	+

Parameters	Min.	Typ.	Max.	Types	
				A	B
Load mismatch tolerance, ψ_L (where appropriate)			+	+	+
Load mismatch ruggedness, ψ_R (where appropriate)			+	+	+
Modulation bandwidth, B_{mod} (where appropriate)		+			+
Sensitivity flatness (where appropriate)			+		+

4.7 Mechanical and environmental ratings, characteristics and data

Any specific mechanical and environmental ratings applicable shall be stated (see also 5.10 and 5.11 of IEC 60747-1:2006).

4.8 Additional information

Where appropriate, the following information shall be given:

- Equivalent output circuit: Detail information shall be given regarding the type of output circuits, e.g. output impedances, d.c. block, open-drain, etc.
- Internal protection: A statement shall be given to indicate whether the integrated circuit contains internal protection against high static voltages or electrical fields.
- Capacitors at terminals: If capacitors for the output d.c. block are needed, these capacitances shall be stated.
- Thermal resistance;
- Interconnections to other types of circuit: Where appropriate, details of the interconnections to other circuits shall be given.
- Effects of externally connected component(s): Curves or data indicating the effect of externally connected component(s) that influence the characteristics may be given.
- Recommendations for any associated device(s): For example, decoupling of power supply to a high-frequency device shall be stated.
- Handling precautions: Where appropriate, handling precautions specific to the circuit shall be stated (see also IEC 61340-5-1 and IEC/TR 61340-5-2).
- Application data;
- Other application information;
- Date of issue of the data sheet.

5 Measuring methods

5.1 General

5.1.1 General precautions

The general precautions listed in 6.3, 6.4 and 6.6 of IEC 60747-1:2006 shall be applied. In addition, special care shall be taken to use low-ripple dc power supplies and to decouple adequately all supply terminals at the frequency of measurement. Although the level of the signal can be specified in either power or voltage, in this standard it is expressed in power unless otherwise specified.

5.1.2 Characteristic impedance

The characteristic impedance of the measurement system, shown in the circuit in this standard, is 50 Ω . If it is not 50 Ω , it shall be specified.

5.1.3 Handling precautions

When handling electrostatic-sensitive devices, the handling precautions given in IEC 61340-5-1 and IEC/TR 61340-5-2 shall be observed.

5.1.4 Types

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

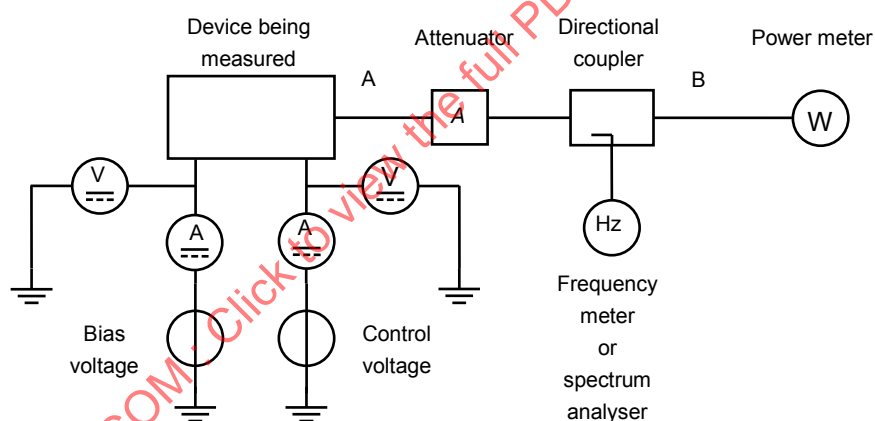
5.2 Oscillation frequency (f_{osc})

5.2.1 Purpose

To measure the oscillation frequency under specified conditions.

5.2.2 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 1.



IEC 1333/13

NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 1 – Circuit diagram for the measurement of the oscillation frequency f_{osc}

5.2.3 Principle of measurement

The oscillation frequency is the frequency of the signal generated from the device being measured under specified bias conditions.

5.2.4 Circuit description and requirements

The purpose of the attenuator is to reduce the change of the oscillation frequency from a mismatch with oscillator output and load impedance.

5.2.5 Precautions to be observed

Harmonics or spurious responses of the device being measured shall be negligible.

5.2.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the control voltage is set to the specified value.

The value f_{osc} is measured at the frequency meter or spectrum analyser.

5.2.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- In case of VCO, control voltage

5.3 Output power ($P_{o,osc}$)

5.3.1 Purpose

To measure the output power $P_{o,osc}$ under specified conditions.

5.3.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 1.

5.3.3 Principle of measurement

The output power $P_{o,osc}$ of the device being measured is derived from the following equation:

$$P_{o,osc} = P_1 + L_1 \quad (1)$$

where

P_1 is the value indicated by power meter in dBm;

L_1 is the insertion loss from the power at point A to the power at the point B in dB.

5.3.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The insertion loss L_1 shall be measured beforehand.

5.3.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.3.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The value P_1 is measured by the power meter, then $P_{o,osc}$ is derived from the Equation (1).

5.3.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions

- In case of VCO, oscillation frequency

5.4 Phase noise ($\mathcal{A}(f)$)

5.4.1 Purpose

To measure the phase noise under specified conditions.

5.4.2 Measuring methods

5.4.2.1 General

Three measuring methods are given:

- Method 1, using a signal generator and phase locked loop (PLL);
- Method 2, using a delay line;
- Method 3, using a spectrum analyser.

Table 1 shows a comparison with those three phase noise measuring methods. Appropriate method shall be selected.

NOTE Method 3 is not rigorous but industrially practical as the evaluation method for the semiconductor oscillator device. Method 3 is applicable when AM noise is negligible.

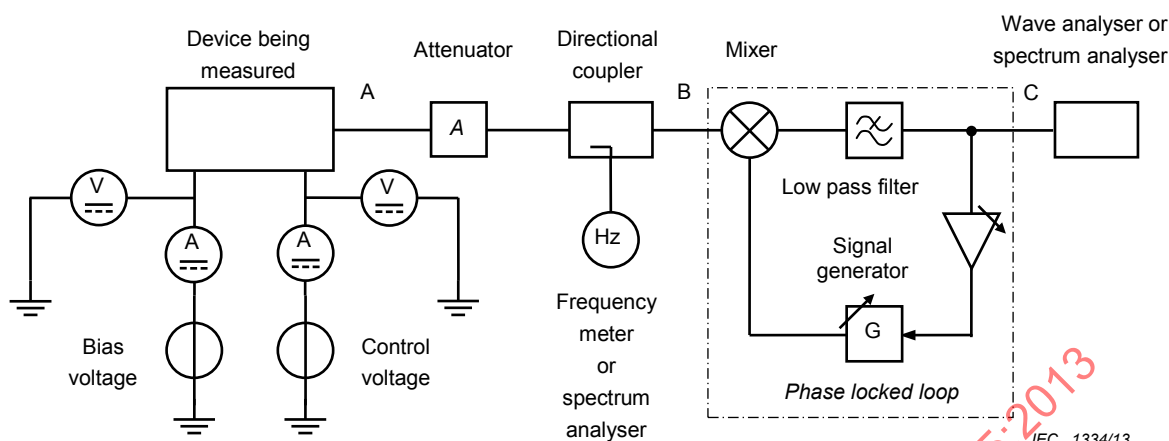
Table 1 – Comparison of phase noise measuring methods

Measuring method	Advantages	Disadvantages
Method 1	Applicable to broad offset range Measures very low phase noise at close-in-carrier	Phase noise sensitivity is limited by noise of the signal generator
Method 2	Measures very low noise at far-out-carrier offset Suitable for measuring high drifting oscillators	Not applicable for close-in-carrier phase noise measurement
Method 3	Easy operation Enables quick check of locked signals	Cannot measure close-in-carrier phase noise Cannot measure drifting signals Cannot separate AM noise

5.4.2.2 Measuring method 1

5.4.2.2.1 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 2.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 2 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{L}(f)$ (method 1)

5.4.2.2.2 Principle of measurement

The phase noise $\mathcal{L}(f)$ is derived from the following equation:

$$\mathcal{L}(f) = P_{SSB} - P_{0,osc} \quad (2)$$

where

P_{SSB} is the single sideband noise power density at the frequency shifted from f_{osc} by a specified offset, in dBm/Hz.

NOTE $\mathcal{L}(f)$ is indicated in dBc/Hz.

The single sideband noise power density P_{SSB} is derived from the following equation:

$$P_{SSB} = P_{DSB} - 3 + L_2 \quad (3)$$

where

P_{DSB} is the double sideband noise power density at the frequency shifted from f_{osc} by a specified offset, indicated by the wave analyser or spectrum analyser, in dBm/Hz;

L_2 is the conversion gain from point A to point C.

L_2 is expressed in dB.

5.4.2.2.3 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The signal generator and device being measured will naturally lock so that their signals have a phase difference of 90 degrees, and the PLL output voltage fluctuations correspond to phase fluctuations between the signal generator and device being measured. The value of L_2 shall be measured beforehand (See 6.2 of IEC 60747-16-3:2002).

5.4.2.2.4 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

The phase noise of the signal generator shall be as good or better than that of device being measured.

The value of the output oscillation power $P_{O,osc}$ shall be measured at the point B beforehand (see 5.3).

5.4.2.2.5 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

A frequency of the signal generator is set at the oscillation frequency of device being measured.

The double sideband noise power density P_{DSB} at the frequency shifted by the specified offset is measured by the wave analyser or spectrum analyser.

The single sideband noise power density P_{SSB} is derived from Equation (3).

The phase noise $\mathcal{L}(f)$ is derived from Equation (2).

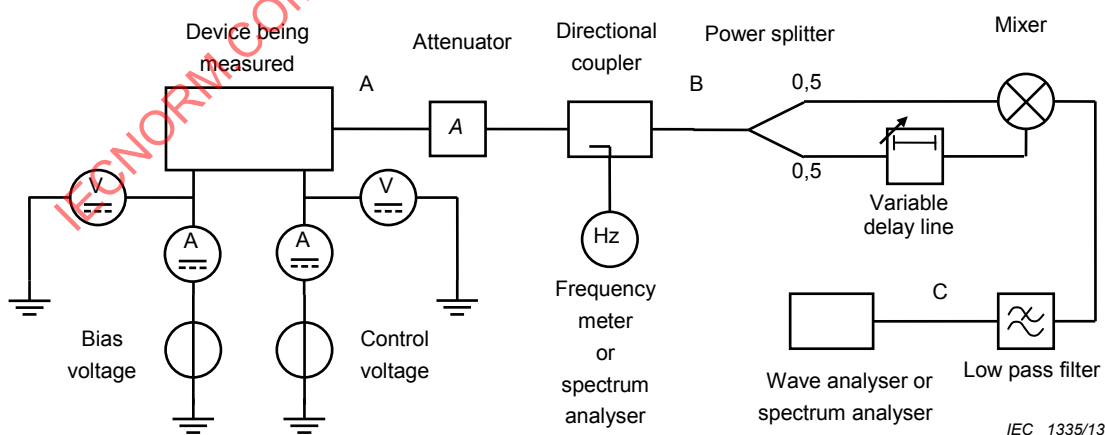
5.4.2.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- In case of VCO, oscillation frequency
- Bias conditions
- Offset frequency

5.4.2.3 Measuring method 2

5.4.2.3.1 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 3.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 3 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{L}(f)$ (method 2)

5.4.2.3.2 Principle of measurement

See the principle of measurement in 5.4.2.2.2.

5.4.2.3.3 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The variable delay line is adjusted to set the phase between divided signals at 90 degrees. The value of L_2 shall be measured beforehand (see 6.2 of IEC 60747-16-3:2002).

5.4.2.3.4 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

The value of the output oscillation power $P_{o,osc}$ shall be measured at the point B beforehand (see 5.3).

5.4.2.3.5 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The double sideband noise power density P_{DSB} at the frequency shifted by the specified offset is measured by the wave analyser or spectrum analyser.

The single sideband noise power density P_{SSB} is derived from Equation (3).

The phase noise $\mathcal{L}(f)$ is derived from Equation (2).

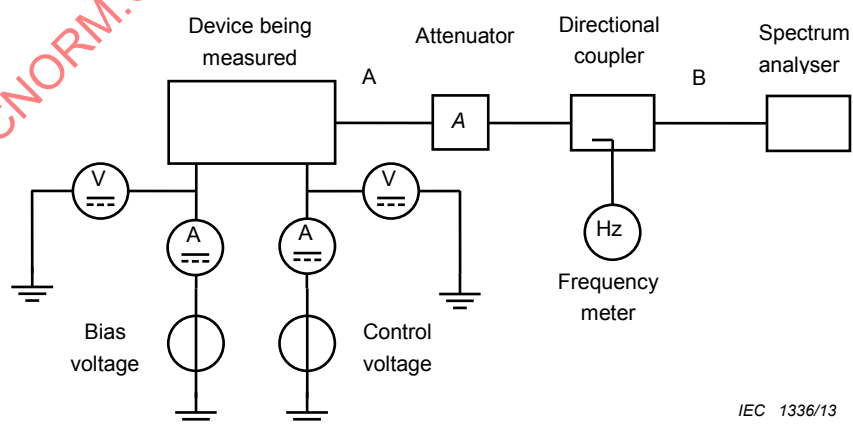
5.4.2.3.6 Specified conditions

See the specified conditions in 5.4.2.2.6.

5.4.2.4 Measuring method 3

5.4.2.4.1 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 4.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 4 – Circuit diagram for the measurement of the phase noise $\mathcal{L}(f)$ (method 3)

5.4.2.4.2 Principle of measurement

The phase noise $\mathcal{L}(f)$ is derived from the following equation:

$$\mathcal{L}(f) = P_{\text{SSB}} - P_{\text{o,osc}} \quad (4)$$

where

P_{SSB} is the single sideband noise power density at the frequency shifted from f_{osc} by a specified offset, in dBm/Hz.

NOTE $\mathcal{L}(f)$ is indicated in dBc/Hz.

The single sideband noise power density P_{SSB} is derived from the following equation:

$$P_{\text{SSB}} = P_{\text{SSB2}} + L_2 \quad (5)$$

where

P_{SSB2} is the single sideband noise power density at the frequency shifted from f_{osc} by a specified offset, indicated by the spectrum analyser, in dBm/Hz;

L_2 is the power at the point B in dBm, less the power at the point A in dBm.

L_2 is expressed in dB.

5.4.2.4.3 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The value of L_2 shall be measured beforehand.

5.4.2.4.4 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

The value of the output oscillation power $P_{\text{o,osc}}$ shall be measured at the point B beforehand (see 5.3).

5.4.2.4.5 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The resolution band width of the spectrum analyser is set to a sufficiently small value which compared with a specified offset frequency value.

The single sideband noise power density P_{SSB2} at the frequency shifted by the specified offset, is measured by the spectrum analyser.

The single sideband noise power density P_{SSB} is derived from Equation (5).

The phase noise $\mathcal{L}(f)$ is derived from Equation (4).

5.4.2.4.6 Specified conditions

See the specified conditions in 5.4.2.2.6.

5.5 Tuning sensitivity ($S_{f,v}$)

5.5.1 Purpose

To measure the tuning sensitivity under specified conditions.

5.5.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 1.

5.5.3 Principle of measurement

The tuning sensitivity $S_{f,v}$ is derived from the following equation:

$$S_{f,v} = \frac{f_{osc}(V_1) - f_{osc}(V_2)}{V_1 - V_2} \quad (6)$$

where

V_1 is the specified control voltage;

V_2 is the specified control voltage;

$f_{osc}(V_1)$ is the oscillation frequency at the specified control voltage V_1 ;

$f_{osc}(V_2)$ is the oscillation frequency at the specified control voltage V_2 .

5.5.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.5.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.5.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

The value $f_{osc}(V_1)$ is measured by the frequency meter or spectrum analyser at the specified control voltage V_1 .

The value $f_{osc}(V_2)$ is measured by the frequency meter or spectrum analyser at the specified control voltage V_2 .

The tuning sensitivity $S_{f,v}$ is derived from the Equation (6).

5.5.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Control voltages

5.6 Frequency pushing ($f_{osc,push}$)

5.6.1 Purpose

To measure the frequency pushing under specified conditions.

5.6.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 1.

5.6.3 Principle of measurement

The frequency pushing $f_{\text{osc,push}}$ is derived from the following equation:

$$f_{\text{osc,push}} = f_{\text{osc,max}} - f_{\text{osc,min}} \quad (7)$$

where

$f_{\text{osc,max}}$ is the maximum oscillation frequency through the specified bias voltage range;
 $f_{\text{osc,min}}$ is the minimum oscillation frequency through the specified bias voltage range.

5.6.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.6.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.6.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The maximum and minimum oscillation frequencies are measured by varying the bias voltage through the specified voltage range.

The frequency pushing $f_{\text{osc,push}}$ is derived from Equation (7).

5.6.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Bias voltage range
- In case of VCO, oscillation frequency

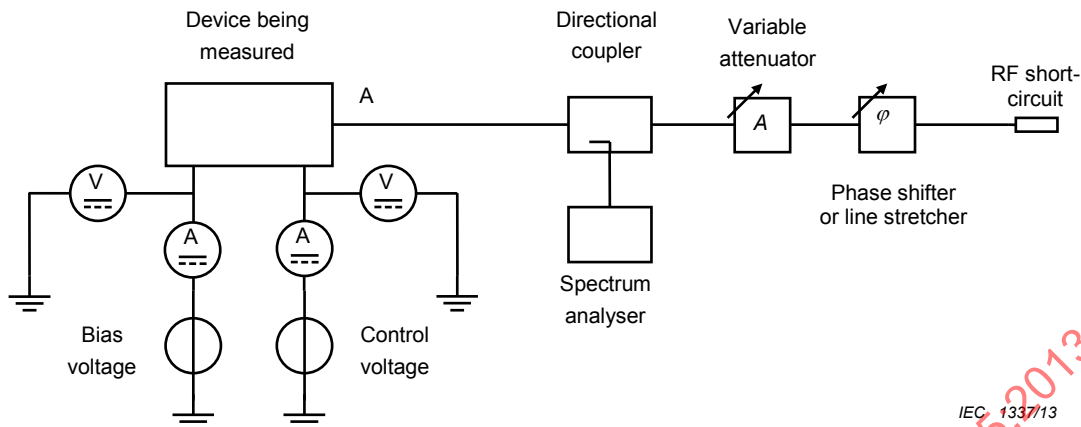
5.7 Frequency pulling ($f_{\text{osc,pull}}$)

5.7.1 Purpose

To measure the frequency pulling under specified conditions.

5.7.2 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 5.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 5 – Circuit diagram for the measurement of the frequency pulling $f_{\text{osc,pull}}$

5.7.3 Principle of measurement

The frequency pulling $f_{\text{osc,pull}}$ is derived from the following equation:

$$f_{\text{osc,pull}} = f_{\text{osc,max}} - f_{\text{osc,min}} \quad (8)$$

where

- $f_{\text{osc,max}}$ is the maximum oscillation frequency for all phase angles with the specified reflection coefficient or VSWR.
- $f_{\text{osc,min}}$ is the minimum oscillation frequency for all phase angles with the specified reflection coefficient or VSWR.

5.7.4 Circuit description and requirements

The spectrum analyser shall be capable of operating within specified frequency range for checking no unexpected 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 shall be shorted.

The purpose of the variable attenuator is to realize the specified reflection coefficient or VSWR.

5.7.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

The reflection coefficient or VSWR shall be kept constant at all phase angles of the phase shifter.

5.7.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The variable attenuator is adjusted to have the specified load reflection coefficient at point A.

The maximum and minimum oscillation frequencies are measured by varying the phase of the variable phase shifter for all phase angles.

The frequency pulling $f_{\text{osc,pull}}$ is derived from the Equation (8).

5.7.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- In case of VCO, oscillation frequency
- Load reflection coefficient or VSWR

5.8 n-th order harmonic distortion ratio (P_{nth}/P_1)

5.8.1 Purpose

To measure the n-th order harmonic distortion ratio under specified conditions.

5.8.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 4.

5.8.3 Principle of measurement

The n-th order harmonic distortion ratio P_{nth}/P_1 is derived from the following equation:

$$P_{\text{nth}}/P_1 = P_{\text{nth}} - P_1 \quad (9)$$

where

P_1 is the output power of the fundamental (or desired) frequency in dBm;

P_{nth} is the output power of the n-th order harmonic frequency in dBm;

P_{nth}/P_1 is expressed in dBc.

NOTE For example, in case of doubling oscillator, the harmonics includes n-th/2 subharmonics.

5.8.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.4.2.4.3.

5.8.5 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The value P_1 and P_{nth} are measured at the spectrum analyser.

The n-th order harmonic distortion ratio P_{nth}/P_1 is derived from the Equation (9).

5.8.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- In case of VCO, oscillation frequency

5.9 Output power flatness ($\Delta P_{o,osc}$)

5.9.1 Purpose

To measure the output power flatness 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 measurement in 5.3.3.

Output power flatness is derived from the following equation:

$$\Delta P_{o,osc} = P_{o,osc(max)} - P_{o,osc(min)} \quad (10)$$

where $P_{o,osc(max)}$ and $P_{o,osc(min)}$ are the maximum and the minimum output power in the specified control voltage range, respectively.

5.9.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.3.4.

5.9.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.9.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

Vary the control voltage in the specified voltage range.

Obtain the maximum output power and the minimum output power in the specified control voltage range.

Output power flatness is derived from Equation (10).

5.9.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Control voltage range

5.10 Tuning linearity

5.10.1 Purpose

To measure the tuning linearity under specified conditions.

5.10.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 1.

5.10.3 Principle of measurement

See the principle of measurement in 5.2.3.

Tuning linearity δ_f is derived from following equation:

$$\delta_f = \frac{f_{\text{dev}}}{f_{\text{osc,range}}} \times 100 \quad (11)$$

$$f_{\text{osc,range}} = f_{\text{osc}}(V_{\text{max}}) - f_{\text{osc}}(V_{\text{min}})$$

where

- $f_{\text{osc}}(V_{\text{max}})$ is the oscillation frequency at the specified maximum control voltage V_{max} ;
- $f_{\text{osc}}(V_{\text{min}})$ is the oscillation frequency at the specified minimum control voltage V_{min} ;
- f_{dev} is the maximum difference of the oscillation frequency from the ideal oscillation frequency on the straight line that is obtained by connecting the oscillation frequency at the minimum and the maximum control voltage.

NOTE A best-fit straight line obtained by regression method can be used for the ideal straight line. See Figure 6.

Tuning linearity δ_f is the value indicated in %.

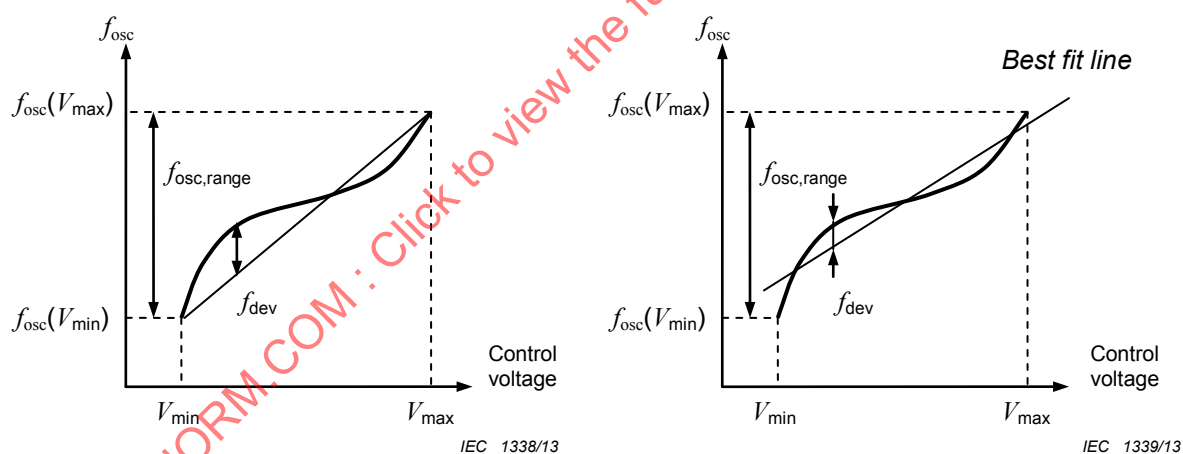


Figure 6 – Tuning linearity

5.10.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.10.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.10.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

Vary the control voltage in the specified voltage range.

Plot the oscillation frequency versus the control voltage characteristics in the specified control voltage range.

Tuning linearity δ_f is derived from Equation (11).

5.10.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Control voltage range

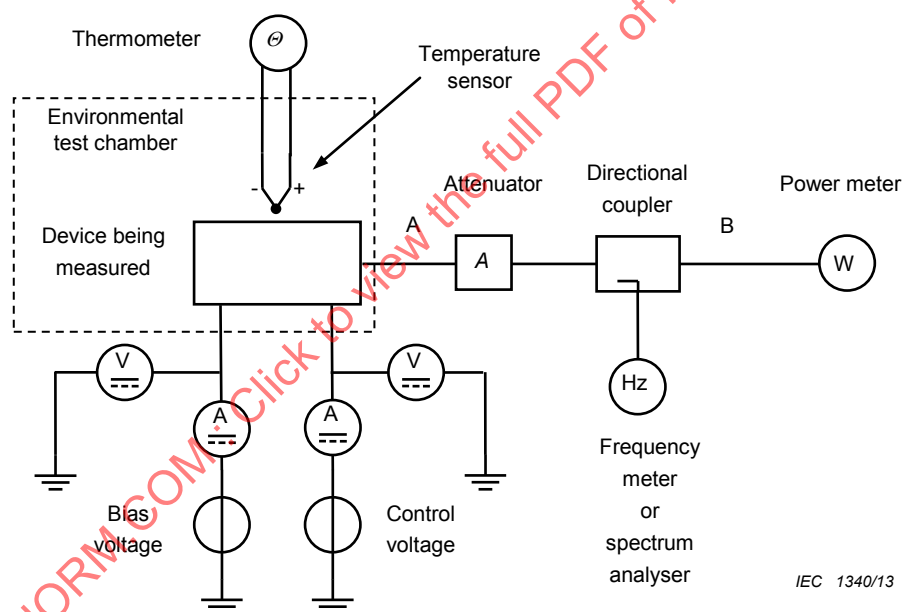
5.11 Frequency temperature coefficient ($\alpha_{f,temp}$)

5.11.1 Purpose

To measure the oscillation frequency temperature coefficient under specified conditions.

5.11.2 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 7.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 7 – Circuit diagram for the measurement of the oscillation frequency temperature coefficient $\alpha_{f,temp}$

5.11.3 Principle of measurement

The oscillation frequency temperature coefficient is derived from the following equation:

$$\alpha_{f,temp} = \frac{f_{osc}(T_1) - f_{osc}(T_2)}{T_1 - T_2} \quad (12)$$

where

T_1 and T_2 are the ambient or reference-point temperatures;

$f_{\text{osc}}(T_1)$ is the oscillation frequency at the temperature T_1 ;

$f_{\text{osc}}(T_2)$ is the oscillation frequency at the temperature T_2 .

5.11.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.11.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.11.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

The ambient temperature is set to the specified value T_1 by the environmental chamber, the temperature sensor and the thermometer.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The value $f_{\text{osc}}(T_1)$ is measured by the frequency meter or spectrum analyser at the specified temperature T_1 .

The ambient temperature is set to the specified value T_2 by the environmental chamber, the temperature sensor and the thermometer.

The value $f_{\text{osc}}(T_2)$ is measured by the frequency meter or spectrum analyser at the specified temperature T_2 .

The oscillation frequency temperature coefficient $\alpha_{f,\text{temp}}$ is derived from Equation (12).

5.11.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperatures, T_1 and T_2
- Bias conditions
- In case of VCO, oscillation frequency

5.12 Output power temperature coefficient ($\alpha_{P,\text{temp}}$)

5.12.1 Purpose

To measure the output power temperature coefficient under specified conditions.

5.12.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 7.

5.12.3 Principle of measurement

The output power temperature coefficient is derived from the following equation:

$$P_{\text{o,osc}}(T_1) = P_1 + L_1 \quad (13)$$

$$P_{\text{o,osc}}(T_2) = P_2 + L_1 \quad (14)$$

$$\alpha_{P,temp} = \frac{P_{o,osc}(T_1) - P_{o,osc}(T_2)}{T_1 - T_2} = \frac{P_1 - P_2}{T_1 - T_2} \quad (15)$$

where

L_1 is the insertion loss from point A to point B in dB;

T_1 and T_2 are the ambient or reference-point temperatures;

P_1 is the value indicated by power meter in dBm at the temperature T_1 ;

P_2 is the value indicated by power meter in dBm at the temperature T_2 .

5.12.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.3.4.

5.12.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.12.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

The ambient temperature is set to the specified value T_1 by the environmental chamber, the temperature sensor and the thermometer.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The value P_1 is measured by the power meter at the specified temperature T_1 .

The ambient temperature is set to the specified value T_2 by the environmental chamber, the temperature sensor and the thermometer.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value once more.

The value P_2 is measured by the power meter at the specified temperature T_2 .

The output power temperature coefficient $\alpha_{P,temp}$ is derived from Equations (13) to (15).

5.12.7 Specified conditions

See the specified conditions in 5.11.7.

5.13 Spurious distortion ratio (P_s/P_1)

5.13.1 Purpose

To measure the spurious distortion ratio under specified conditions.

5.13.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 4.

5.13.3 Principle of measurement

The spurious distortion ratio P_s/P_1 is derived from the following equation:

$$P_s/P_1 = P_s - P_1 \quad (16)$$

where

P_1 is the output power of the fundamental (or desired) frequency in dBm;

P_s is the maximum power of the spurious output, except harmonic components, in dBm;

P_s/P_1 is expressed in dBc.

5.13.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.13.5 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

The value P_1 and P_s are measured at the spectrum analyser within the specified observing frequency range.

The spurious distortion ratio P_s/P_1 is derived from the Equation (16).

5.13.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- In case of VCO, oscillation frequency
- Observing frequency range

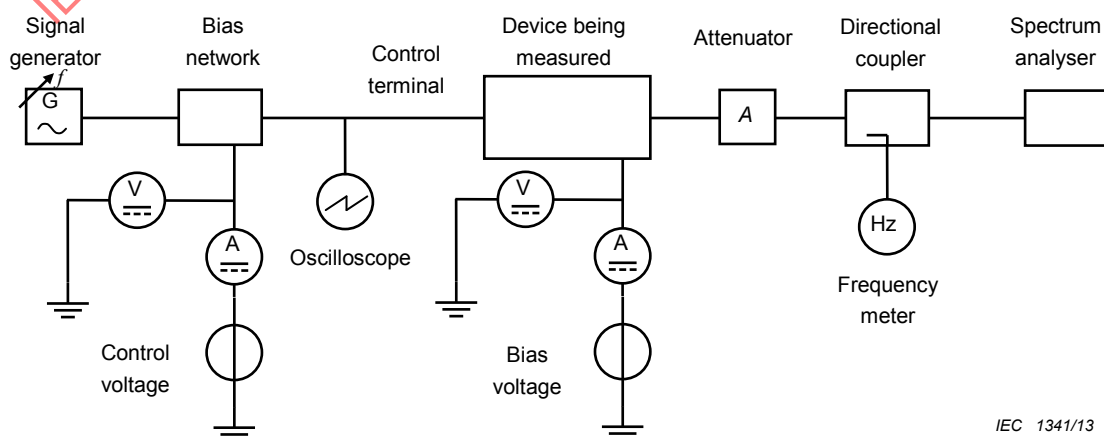
5.14 Modulation bandwidth (B_{mod})

5.14.1 Purpose

To measure the modulation bandwidth under specified conditions.

5.14.2 Circuit diagram

The measuring circuit is shown in Figure 8.



NOTE The device being measured can contain a resonance circuit.

Figure 8 – Circuit diagram for the measurement of the modulation bandwidth B_{mod}

5.14.3 Principle of measurement

In a practical VCO, frequency deviation for a constant modulation signal voltage V_{mod} reduces as the frequency of modulation signal f_{mod} increases. The frequency at which the frequency deviation reduces to –3 dB (or 0,707) of the dc value is a measure of the frequency response of the control terminal. It is defined as the modulation bandwidth B_{mod} .

In terms of frequency modulation (FM) system, the spectral response of a carrier follows a Bessel function characteristics. The amplitude of the sideband signal is proportional to the n -th order Bessel function $J_n(\beta)$. The carrier amplitude is proportional to the $J_0(\beta)$, the first sideband amplitude is to $J_1(\beta)$, etc.

Where β is named "modulation index" and defined by the following equation:

$$\begin{aligned}\beta &= (\text{frequency deviation}) / f_{\text{mod}} \\ &= (S_{f,v} \times V_{\text{mod}}) / f_{\text{mod}}\end{aligned}\quad (17)$$

And the amplitude of the modulation signal is derived from:

$$V_{\text{mod}} = (\beta \times f_{\text{mod}}) / S_{f,v} \quad (18)$$

where $S_{f,v}$ is the tuning sensitivity of the VCO, V_{mod} and f_{mod} are the amplitude and frequency of the modulation signal respectively.

With certain values of β , there are nulls of the magnitude.

5.14.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

The output impedance of the signal generator is usually 50 Ω . It can be transformed to an appropriate value by a transformer.

5.14.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

The whole voltage applied to control terminal shall not exceed its range.

5.14.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

The oscillation frequency is set to the specified value.

The value $P_{\text{osc}}(V_{\text{mod}} = 0)$ is measured by the spectrum analyser as the power of the unmodulated carrier.

The frequency of the modulation signal f_{mod} is adjusted to a tenth of the anticipated modulation bandwidth B_{mod} and the magnitude of modulation signal V_{mod} is set to achieve a modulation index β of 2,4 using Equation (18).

Ensure that the magnitude of the carrier is suppressed to less than –30 dB of $P_{\text{osc}}(V_{\text{mod}} = 0)$ by tuning V_{mod} finely.

Increase the modulation frequency f_{mod} and the amplitude of modulation signal V_{mod} slowly, keeping the ratio of $V_{\text{mod}}/f_{\text{mod}}$ constant.

When the magnitude of carrier increases to –8 dB of $P_{\text{osc}}(V_{\text{mod}} = 0)$, the modulation index β is equal to 1,697 ($= 2,4 \times 0,707$) and the frequency deviation is reduced to –3 dB (or 0,707) from Equation (17).

The value $f_{\text{mod}}(\beta = 1,697)$ is read from the signal generator.

The modulation bandwidth B_{mod} is equal to $f_{\text{mod}}(\beta = 1,697)$.

5.14.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Oscillation frequency

5.15 Sensitivity flatness

5.15.1 Purpose

To measure the sensitivity flatness under specified conditions.

5.15.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 1.

5.15.3 Principle of measurement

See the principle of measurement in 5.5.3.

Sensitivity flatness δ_S is derived from following equation:

$$\delta_S = \frac{S_{\text{dev}}}{S_{\text{ref}}} \times 100 \quad (20)$$

$$S_{\text{ref}} = \frac{f_{\text{osc,range}}}{V_{\text{max}} - V_{\text{min}}}$$

$$f_{\text{osc,range}} = f_{\text{osc}}(V_{\text{max}}) - f_{\text{osc}}(V_{\text{min}})$$

where

V_{max}	is the specified maximum control voltage;
V_{min}	is the specified minimum control voltage;
$f_{\text{osc}}(V_{\text{max}})$	is the oscillation frequency at the specified maximum control voltage V_{max} ;
$f_{\text{osc}}(V_{\text{min}})$	is the oscillation frequency at the specified minimum control voltage V_{min} ;
S_{dev}	is the maximum difference of the tuning sensitivity from the ideal tuning sensitivity S_{ref} obtained as the ratio of the oscillation frequency range to the control voltage range. See Figure 9.

Sensitivity flatness δ_S is the value indicated in %.

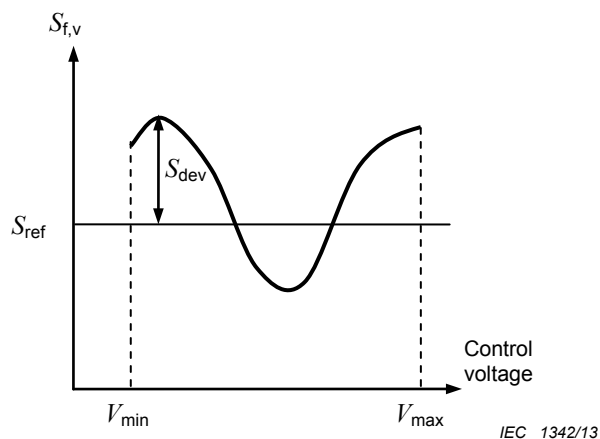


Figure 9 – Sensitivity flatness

5.15.4 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.2.4.

5.15.5 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.2.5.

5.15.6 Measurement procedure

The bias under specified conditions is supplied.

Vary the control voltage in the specified range.

Obtain the maximum difference of the tuning sensitivity in the specified control voltage by using the measurement procedure in 5.5.6.

The sensitivity flatness δ_s is derived from Equation (20).

5.15.7 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Bias conditions
- Control voltage range

6 Verifying methods

6.1 Load mismatch tolerance (Ψ_L)

6.1.1 Purpose

To verify the load mismatch tolerance under specified conditions.

6.1.2 Verifying method 1 (spurious intensity)

6.1.2.1 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 5.

6.1.2.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.7.4.

6.1.2.3 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.7.5.

6.1.2.4 Test procedure

The bias under specified conditions is supplied.

In case of VCO, the oscillation frequency is set to the specified value.

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

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

Spurious components less than the specified intensity are confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

NOTE Instead of the line stretcher, slide screw tuner can be used. An automatic stub-tuner or an electronic tuner is also used to enable the specified VSWR for convenience. 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
- In case of VCO, oscillation frequency
- Spurious intensity

6.1.3 Verifying method 2 (no discontinuity of frequency tuning characteristics of VCO)

6.1.3.1 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 5.

6.1.3.2 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.7.4.

The control supply (voltage source) shall be capable of sweeping the output voltage electronically.

6.1.3.3 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.7.5.

6.1.3.4 Test procedure

The bias under specified conditions is supplied.

The sweep voltage range of the control supply is set to the specified value.

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

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

The oscillation frequency is swept continuously and repeatedly by varying the control voltage from minimum voltage to the maximum voltage during all that time.

No discontinuity of the frequency tuning characteristics is confirmed by using the spectrum analyser at all phase angles.

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

6.1.3.5 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Load VSWR
- Bias conditions
- Control voltage range

6.2 Load mismatch ruggedness (Ψ_R)

6.2.1 Purpose

To verify the load mismatch ruggedness under specified conditions.

6.2.2 Circuit diagram

See the circuit diagram shown in Figure 5.

6.2.3 Circuit description and requirements

See the circuit description and requirements in 5.7.4.

6.2.4 Precautions to be observed

See the precautions to be observed in 5.7.5.

6.2.5 Test Procedure

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

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

The bias under specified conditions is supplied.

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 Ψ_R is verified using specified degradation criteria of DC and RF characteristics.

6.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature
- Load reflection coefficient or VSWR
- Bias conditions
- 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 60747-16-5:2013

Bibliography

IEC 60679-1:2007, *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-5:2013

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-5:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes et définitions	49
4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles	51
4.1 Exigences générales	51
4.1.1 Identification et types de circuits	51
4.1.2 Description générale de la fonction	51
4.1.3 Technologie de fabrication	51
4.1.4 Identification du boîtier	51
4.2 Description d'application	51
4.2.1 Conformité aux informations sur le système et/ou l'interface	51
4.2.2 Schéma fonctionnel global	52
4.2.3 Données de référence	52
4.2.4 Compatibilité électrique	52
4.2.5 Dispositifs associés	52
4.3 Spécification de la fonction	52
4.3.1 Schéma fonctionnel détaillé – Blocs fonctionnels	52
4.3.2 Identification et fonction des bornes	52
4.3.3 Description de la fonction	53
4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues)	53
4.4.1 Exigences	53
4.4.2 Valeurs limites électriques	54
4.4.3 Températures	54
4.5 Conditions de fonctionnement (dans la gamme des températures de fonctionnement spécifiée)	55
4.6 Caractéristiques électriques	55
4.7 Valeurs assignées, caractéristiques et données mécaniques et environnementales	56
4.8 Informations supplémentaires	56
5 Méthodes de mesure	57
5.1 Généralités	57
5.1.1 Précautions générales	57
5.1.2 Impédance caractéristique	57
5.1.3 Précautions de manipulation	57
5.1.4 Types	57
5.2 Fréquence d'oscillation (f_{osc})	57
5.2.1 But	57
5.2.2 Schéma de circuit	58
5.2.3 Principe de mesure	58
5.2.4 Description et exigences du circuit	58
5.2.5 Précautions à prendre	58
5.2.6 Procédure de mesure	58
5.2.7 Conditions spécifiées	58
5.3 Puissance de sortie ($P_{o,osc}$)	59
5.3.1 But	59

5.3.2	Schéma de circuit	59
5.3.3	Principe de mesure	59
5.3.4	Description et exigences du circuit	59
5.3.5	Précautions à prendre	59
5.3.6	Procédure de mesure	59
5.3.7	Conditions spécifiées	59
5.4	Bruit de phase ($\mathcal{L}(f)$)	59
5.4.1	But	59
5.4.2	Méthodes de mesure	59
5.5	Sensibilité d'accord ($S_{f,v}$)	64
5.5.1	But	64
5.5.2	Schéma de circuit	64
5.5.3	Principe de mesure	64
5.5.4	Description et exigences du circuit	65
5.5.5	Précautions à prendre	65
5.5.6	Procédure de mesure	65
5.5.7	Conditions spécifiées	65
5.6	Effet de poussée de fréquence ($f_{osc,push}$)	65
5.6.1	But	65
5.6.2	Schéma de circuit	65
5.6.3	Principe de mesure	65
5.6.4	Description et exigences du circuit	66
5.6.5	Précautions à prendre	66
5.6.6	Procédure de mesure	66
5.6.7	Conditions spécifiées	66
5.7	Effet d'entraînement de fréquences ($f_{osc,pull}$)	66
5.7.1	But	66
5.7.2	Schéma de circuit	66
5.7.3	Principe de mesure	67
5.7.4	Description et exigences du circuit	67
5.7.5	Précautions à prendre	67
5.7.6	Procédure de mesure	67
5.7.7	Conditions spécifiées	67
5.8	Taux de distorsion harmonique d'ordre n (P_{nth}/P_1)	68
5.8.1	But	68
5.8.2	Schéma de circuit	68
5.8.3	Principe de mesure	68
5.8.4	Description et exigences du circuit	68
5.8.5	Procédure de mesure	68
5.8.6	Conditions spécifiées	68
5.9	Planéité de la puissance de sortie ($\Delta P_{o,osc}$)	68
5.9.1	But	68
5.9.2	Schéma de circuit	68
5.9.3	Principe de mesure	69
5.9.4	Description et exigences du circuit	69
5.9.5	Précautions à prendre	69
5.9.6	Procédure de mesure	69
5.9.7	Conditions spécifiées	69
5.10	Linéarité d'accord	69

5.10.1	But	69
5.10.2	Schéma de circuit	69
5.10.3	Principe de mesure	69
5.10.4	Description et exigences du circuit	70
5.10.5	Précautions à prendre	70
5.10.6	Procédure de mesure	70
5.10.7	Conditions spécifiées	70
5.11	Coefficient de température de la fréquence ($\alpha_{f,temp}$)	71
5.11.1	But	71
5.11.2	Schéma de circuit	71
5.11.3	Principe de mesure	71
5.11.4	Description et exigences du circuit	71
5.11.5	Précautions à prendre	72
5.11.6	Procédure de mesure	72
5.11.7	Conditions spécifiées	72
5.12	Coefficient de température de la puissance de sortie ($\alpha_{P,temp}$)	72
5.12.1	But	72
5.12.2	Schéma de circuit	72
5.12.3	Principe de mesure	72
5.12.4	Description et exigences du circuit	73
5.12.5	Précautions à prendre	73
5.12.6	Procédure de mesure	73
5.12.7	Conditions spécifiées	73
5.13	Taux de distorsion parasite (P_S/P_1)	73
5.13.1	But	73
5.13.2	Schéma de circuit	73
5.13.3	Principe de mesure	73
5.13.4	Description et exigences du circuit	74
5.13.5	Procédure de mesure	74
5.13.6	Conditions spécifiées	74
5.14	Largeur de bande de modulation (B_{mod})	74
5.14.1	But	74
5.14.2	Schéma de circuit	74
5.14.3	Principe de mesure	75
5.14.4	Description et exigences du circuit	75
5.14.5	Précautions à prendre	76
5.14.6	Procédure de mesure	76
5.14.7	Conditions spécifiées	76
5.15	Planéité de la sensibilité	76
5.15.1	But	76
5.15.2	Schéma de circuit	76
5.15.3	Principe de mesure	76
5.15.4	Description et exigences du circuit	77
5.15.5	Précautions à prendre	77
5.15.6	Procédure de mesure	77
5.15.7	Conditions spécifiées	78
6	Méthodes de vérification	78
6.1	Tolérance de charge non adaptée (ψ_L)	78
6.1.1	But	78

6.1.2	Méthode de vérification 1 (intensité parasite).....	78
6.1.3	Méthode de vérification 2 (pas de discontinuité de la caractéristique des fréquences d'accord de l'oscillateur commandé en tension)	79
6.2	Robustesse de charge non adaptée (ψ_R).....	79
6.2.1	But	79
6.2.2	Schéma de circuit	79
6.2.3	Description et exigences du circuit	80
6.2.4	Précautions à prendre	80
6.2.5	Procédure d'essai.....	80
6.2.6	Conditions spécifiées.....	80
	Bibliographie.....	81
	Figure 1 – Schéma du circuit de mesure de la fréquence d'oscillation f_{osc}	58
	Figure 2 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ (méthode 1).....	60
	Figure 3 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ (méthode 2).....	62
	Figure 4 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ (méthode 3).....	63
	Figure 5 – Schéma du circuit de mesure de l'effet d'entraînement de fréquences $f_{osc,pull}$	66
	Figure 6 – Linéarité d'accord.....	70
	Figure 7 – Schéma du circuit de mesure coefficient de température de la fréquence d'oscillation $\alpha_{f,temp}$	71
	Figure 8 – Schéma du circuit de mesure de la largeur de bande de modulation B_{mod}	75
	Figure 9 – Planéité de la sensibilité	77
	Tableau 1 – Comparaison des méthodes de mesure du bruit de phase	60

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-5: Circuits intégrés hyperfréquences – Oscillateurs

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60747-16-5 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47E/452/FDIS	47E/454/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-16-5:2013

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 16-5: Circuits intégrés hyperfréquences – Oscillateurs

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 spécifie la terminologie, les valeurs assignées et caractéristiques essentielles, et les méthodes de mesure des oscillateurs hyperfréquences à circuits intégrés.

La présente norme s'applique aux dispositifs à oscillateurs hyperfréquences à semiconducteurs commandés par une tension, à l'exception des modules à oscillateurs tels que les synthétiseurs qui nécessitent des contrôleurs externes.

NOTE Le présent document ne s'applique pas aux oscillateurs commandés à cristaux de quartz. Ceux-ci sont spécifiés dans la CEI 60679-1.

2 Références normatives

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

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

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

CEI 60747-4:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 4: Diodes et transistors hyperfréquences*

CEI 60747-16-3:2002, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 16-3: Circuits intégrés hyperfréquences – Convertisseurs de fréquence*²⁾
Amendement 1:2009

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

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

¹⁾ Une édition consolidée (2010) existe, qui comprend la CEI 60747-1:2006 et son Amendement 1.

²⁾ Une édition consolidée (2010) existe, qui comprend la CEI 60747-16-3:2002 et son Amendement 1.

3 Termes et définitions

3.1

fréquence d'oscillation

f_{osc}

fréquence mesurée au niveau du port de sortie

3.2

puissance de sortie

$P_{\text{o,osc}}$

puissance mesurée au niveau du port de sortie

3.3

bruit de phase

$\mathcal{L}(f)$

mesure dans le domaine fréquentiel de la stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur, normalement exprimée comme la densité spectrale de puissance des fluctuations de phase, $S_{\phi}(f)$, où la fonction de fluctuation de phase est $\phi(t) = 2\pi F t - 2\pi F_0 t$

Note 1 à l'article: La densité spectrale de fluctuation de phase peut être directement liée à la densité spectrale de la fluctuation de la fréquence par

$$S_{\phi}(f) = \left(\frac{F_0}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ rad}^2 / \text{Hz}$$

où

F est la fréquence de l'oscillateur;

F_0 est la fréquence moyenne de l'oscillateur;

f est la fréquence transformée de Fourier.

Note 2 à l'article: $\mathcal{L}(f)$ se prononce "script-ell de f".

[SOURCE: CEI 60679-1:2007, 3.2.25, modifiée – Un symbole et deux notes ont été ajoutés. L'explication concernant la densité spectrale de fluctuation de phase a été intégrée dans une note]

3.4

sensibilité d'accord

$S_{f,v}$

rapport entre la variation de fréquence d'oscillation et la variation de la tension de commande

3.5

effet de poussée de fréquence

$f_{\text{osc,push}}$

variation de la fréquence d'oscillation avec la variation de la tension de polarisation

3.6

effet d'entraînement de fréquences

$f_{\text{osc,pull}}$

variation de la fréquence d'oscillation avec tous les angles de phase pour un coefficient de réflexion de charge constant

3.7

taux de distorsion harmonique d'ordre n

P_{nth}/P_1

rapport entre la puissance de la composante harmonique d'ordre n au niveau du port de sortie et la puissance de sortie à la fréquence d'oscillation

3.8

gamme de fréquences d'oscillation

différence entre les fréquences d'oscillation à la tension de commande maximale et à la tension de commande minimale

3.9

planéité de la puissance de sortie

$\Delta P_{o,osc}$

différence entre la puissance de sortie maximale et la puissance de sortie minimale à l'intérieur de la gamme des tensions de commande

3.10

linéarité d'accord

rapport entre l'écart maximal de la fréquence d'oscillation par rapport à une ligne droite idéale située entre ses valeurs aux tensions de commande minimales et maximales et la gamme des fréquences d'oscillation

3.11

coefficient de température de la fréquence d'oscillation

$\alpha_{f,temp}$

rapport entre la variation de fréquence d'oscillation et la variation de température correspondante

3.12

coefficient de température de la puissance de sortie

$\alpha_{P,temp}$

rapport entre la variation de puissance de sortie et la variation de température correspondante

3.13

taux de distorsion parasite

P_s/P_1

rapport entre la puissance de la composante parasite maximale au niveau du port de sortie et la puissance de sortie à la fréquence d'oscillation

3.14

tolérance de charge non adaptée

ψ_L

taux d'ondes stationnaires maximal de la charge dans la plage dans laquelle le dispositif oscille sans intensité parasite inattendue, ni discontinuité des caractéristiques des fréquences d'accord (dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, VCO) pour tous les angles de phase

3.15

robustesse de charge non adaptée

ψ_R

TOS maximal de la charge dans la plage dans laquelle le dispositif supporte la charge non adaptée sans dégradation pour tous les angles de phase dans des conditions spécifiées

[SOURCE: CEI 60747-4:2007, 7.2.22]

3.16

largeur de bande de modulation

B_{mod}

fréquence de modulation à laquelle l'écart de fréquence diminue de 3 dB par rapport à sa valeur en régime continu

3.17

planéité de la sensibilité

rapport entre l'écart maximal de la sensibilité d'accord par rapport à une ligne droite idéale située entre ses valeurs aux tensions de commande minimales et maximales et la gamme des fréquences d'oscillation

4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles

4.1 Exigences générales

4.1.1 Identification et types de circuits

L'identification du type (nom du dispositif), la catégorie de circuit et la technologie utilisée doivent être indiquées.

Les oscillateurs hyperfréquences sont divisés en deux catégories:

- type A: oscillateur fixe;
- type B: oscillateur commandé en tension.

4.1.2 Description générale de la fonction

Une description générale doit être fournie de la fonction réalisée par les oscillateurs hyperfréquences à circuits intégrés et les caractéristiques pour l'application.

4.1.3 Technologie de fabrication

La technologie de fabrication utilisée doit être indiquée, par exemple circuit intégré monolithique à semiconducteur, circuit intégré en couches minces, micro-assemblage, etc. Cette indication doit inclure les détails des technologies des semiconducteurs telles que les diodes à barrière de Schottky, les transistors à effet de champ métal-semiconducteur (MESFET), les transistors bipolaires au silicium, etc.

La Norme CEI 60747-4 doit être citée en référence pour la terminologie et les symboles littéraux, les valeurs assignées et caractéristiques essentielles et les méthodes de mesure de tels dispositifs hyperfréquences.

4.1.4 Identification du boîtier

Les indications suivantes doivent être données:

- a) forme du boîtier ou de la puce;
- b) numéro de référence CEI et/ou numéro de référence nationale du dessin d'encombrement, ou dessin de boîtier non normalisé incluant la numérotation des bornes;
- c) matériau principal du boîtier, par exemple métal, céramique, plastique.

4.2 Description d'application

4.2.1 Conformité aux informations sur le système et/ou l'interface

Il convient d'indiquer si le circuit intégré est conforme à une norme ou à une recommandation relative à un système d'application et/ou une interface.

Il convient également de donner des informations détaillées sur les systèmes d'application, les équipements et les circuits tels que les systèmes VSAT (very small aperture terminal), les récepteurs BS (broadcasting satellite), les systèmes d'atterrissage hyperfréquences, etc.

4.2.2 Schéma fonctionnel global

Si nécessaire, il convient de donner un schéma fonctionnel des systèmes appliqués.

4.2.3 Données de référence

Il convient de donner les propriétés les plus importantes qui permettent de comparer des types dérivés.

4.2.4 Compatibilité électrique

Il convient d'indiquer si le circuit intégré est compatible électriquement avec d'autres circuits intégrés particuliers ou avec des familles de circuits intégrés ou si des interfaces spéciales sont nécessaires.

Il convient de donner des détails sur le type des circuits de sortie, par exemple des impédances de sortie, un bloc à courant continu, un drain ouvert, etc. Il convient également d'indiquer l'interchangeabilité avec d'autres dispositifs, le cas échéant.

4.2.5 Dispositifs associés

Le cas échéant, il convient d'indiquer les éléments suivants:

- les dispositifs nécessaires pour un fonctionnement correct (liste avec numéro de type, nom et fonction);
- les dispositifs périphériques avec interfaçage direct (liste avec numéro de type, nom et fonction).

4.3 Spécification de la fonction

4.3.1 Schéma fonctionnel détaillé – Blocs fonctionnels

Un schéma fonctionnel détaillé ou des informations équivalentes doivent être donnés sur le circuit des oscillateurs hyperfréquences à circuits intégrés. Le schéma fonctionnel doit comporter les éléments suivants:

- a) des blocs fonctionnels;
- b) des interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels;
- c) des unités fonctionnelles individuelles à l'intérieur des blocs fonctionnels;
- d) des interconnexions mutuelles entre les blocs fonctionnels individuels;
- e) la fonction de chaque connexion externe;
- f) une interdépendance entre les blocs fonctionnels distincts.

Le schéma fonctionnel doit identifier la fonction de chaque connexion externe et, s'il n'y a pas d'ambiguïté, présenter également les symboles et/ou les numéros des bornes. Si l'encapsulation comporte des parties métalliques, toute connexion à ces parties métalliques depuis des bornes externes doit être indiquée. Si nécessaire, les connexions à n'importe quel élément électrique externe associé doivent être indiquées.

A titre d'information supplémentaire, le schéma de circuit électrique complet peut être reproduit, mais pas nécessairement avec les indications des valeurs des composants du circuit. Le symbole graphique de la fonction doit être indiqué. Les règles sur de tels schémas sont indiquées dans la CEI 60617.

4.3.2 Identification et fonction des bornes

Toutes les bornes doivent être identifiées sur le schéma fonctionnel (bornes d'alimentation et bornes de sortie).

Les fonctions des bornes 1) à 4) doivent être indiquées sous forme de tableau comme suit:

Numéro de borne	Symbole de la borne	1) Désignation de la borne	2) Fonction	Fonction de la borne	
				3) Identification des sorties	4) Type de circuits de sortie

(1) Désignation des bornes

La désignation d'une borne doit être donnée pour indiquer la fonction de la borne. Il faut distinguer les bornes d'alimentation, les bornes de terre, les bornes non connectées (l'abréviation est NC), les bornes non utilisées (l'abréviation est NU).

(2) Fonction

Une brève indication doit être donnée de la fonction des bornes:

- chaque fonction des bornes multi-rôle, c'est-à-dire les bornes ayant plusieurs fonctions;
- chaque fonction de 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 des sorties:

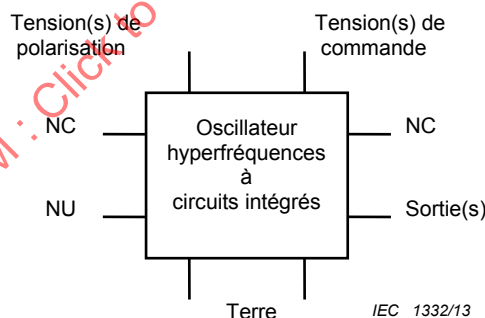
Il faut distinguer les bornes de sortie et les bornes de sortie multiplexes.

(4) Type de circuits de sortie

Il faut distinguer le type de circuit de sortie, par exemple avec impédances de sortie, avec ou sans bloc à courant continu, etc.

Si la plaque de base du boîtier est utilisée comme une borne de terre, le type de terre, par ex. terre analogique, terre numérique, doit être indiqué dans la colonne de 2) Fonction.

EXEMPLE



4.3.3 Description de la fonction

La fonction réalisée par le circuit doit être spécifiée, y compris les informations suivantes:

- fonction de base;
- relation avec les bornes externes;
- mode de fonctionnement (par exemple méthode de montage, préférence, etc.).

4.4 Valeurs limites (système de valeurs assignées maximales absolues)

4.4.1 Exigences

Le tableau de ces valeurs doit contenir les éléments suivants:

- Toute interdépendance des conditions limites doit être spécifiée.

- Si des éléments connectés et/ou attachés de manière externe, par exemple des dissipateurs thermiques, ont une influence sur les valeurs assignées, les valeurs assignées doivent être prescrites pour le circuit intégré avec les éléments connectés et/ou attachés.
- Si des valeurs limites sont dépassées pour une surcharge transitoire, les dépassements admissibles et leurs durées doivent être spécifiés.
- Si les valeurs minimales et maximales diffèrent lors de la programmation du dispositif, cela doit être indiqué.
- Toutes les tensions sont référencées par rapport à une borne de référence spécifiée (V_{ss} , terre, etc.).
- Pour satisfaire aux articles suivants, si des 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 grandeur.
- Les valeurs assignées données doivent couvrir le fonctionnement du circuit intégré multifonction sur la gamme spécifiée de températures de fonctionnement. Lorsque de telles valeurs assignées dépendent de la température, cette dépendance doit être indiquée.

4.4.2 Valeurs limites électriques

Les valeurs limites doivent être spécifiées comme suit:

Paramètres	Min.	Max.
Tension(s) de polarisation (s'il y a lieu)		+
Courant(s) de polarisation (s'il y a lieu)		+
Tension(s) de commande (s'il y a lieu)		+
Courant(s) de commande (s'il y a lieu)		+
Tension(s) de borne (s'il y a lieu)	+	+
Courant(s) de borne (s'il y a lieu)		+
Dissipation de puissance		+
Il est nécessaire de sélectionner soit Tension(s) de polarisation ou Courant(s) de polarisation, soit Tension(s) de commande ou Courant(s) de commande, et soit Tension(s) de borne ou Courant(s) de borne.		

La spécification particulière peut indiquer les valeurs du tableau incluant les notes de bas de tableau a et b.

Paramètres a, b	Symboles	Min.	Max.	Unité
a S'il y a lieu, conformément au type de circuit considéré. b Pour la gamme des tensions d'alimentation: – les valeurs limites des tensions continues au niveau des bornes d'alimentation par rapport à un point de référence électrique spécial; – s'il y a lieu, les valeurs limites entre des bornes d'alimentation spécifiées; – lorsque plusieurs tensions d'alimentation sont nécessaires, il est nécessaire de déclarer si l'ordre dans lequel ces alimentations sont appliquées est important: si tel est le cas, l'ordre doit être indiqué; – lorsque plusieurs alimentations sont requises, il peut être nécessaire d'indiquer les combinaisons de valeurs assignées pour ces courants et tension d'alimentation.				

4.4.3 Températures

- a) Température de fonctionnement (température ambiante ou température du point de référence)

- b) Température de stockage
- c) Température du canal
- d) Température du conducteur (pour la brasure)

La spécification particulière peut indiquer les valeurs du tableau incluant la note.

Paramètres (Note)	Symboles	Min.	Max.	Unité
NOTE S'il y a lieu, conformément au type de circuit considéré.				

4.5 Conditions de fonctionnement (dans la gamme des températures de fonctionnement spécifiée)

Les conditions de fonctionnement ne doivent pas être contrôlées, mais elles peuvent être utilisées dans le cadre de l'évaluation de la qualité.

- a) Alimentations – Valeurs positives et/ou négatives
- b) Séquences d'initialisation (s'il y a lieu)

Si des séquences d'initialisation spéciales sont nécessaires, une procédure d'initialisation et de séquençage des alimentations doit être spécifiée.

- c) Tension(s) d'entrée (s'il y a lieu)
- d) Courant(s) de sortie (s'il y a lieu)
- e) Tension et/ou courant des autres bornes
- f) Éléments externes (s'il y a lieu)
- g) Plage de températures de fonctionnement

4.6 Caractéristiques électriques

Les caractéristiques doivent s'appliquer sur toute la gamme des températures de fonctionnement, sauf spécification contraire. Chaque caractéristique doit être indiquée:

- a) soit dans la gamme des températures de fonctionnement spécifiée,
- b) soit à une température de 25 °C et à des températures de fonctionnement maximales et minimales.

Paramètres	Min.	Typ.	Max.	Types	
				A	B
Courant de fonctionnement de polarisation		+	+	+	+
Courant de fonctionnement de commande		+	+		+
Fréquence d'oscillation, f_{osc}	+	+	+	+	+
Puissance de sortie, $P_{o,osc}$	+	+	+	+	+
Bruit de phase, $\mathcal{L}(f)$			+	+	+
Sensibilité d'accord, $S_{f,v}$	+	+			+
Effet de poussée de fréquence, $f_{osc,push}$			+	+	+
Effet d'entraînement de fréquences, $f_{osc,pull}$			+	+	+
Taux de distorsion harmonique d'ordre n, P_{nth}/P_1			+	+	+
Gamme des fréquences d'oscillation	+		+		+
Planéité de la puissance de sortie, $\Delta P_{o,osc}$		+	+		+
Linéarité d'accord		+	+		+
Coefficient de température de la fréquence d'oscillation, $\alpha_{f,temp}$		+	+	+	+
Coefficient de température de la puissance de sortie, $\alpha_{P,temp}$		+	+	+	+
Taux de distorsion parasite, P_s/P_1			+	+	+
Tolérance de charge non adaptée, ψ_L (s'il y a lieu)			+	+	+
Robustesse de charge non adaptée, ψ_R (s'il y a lieu)			+	+	+
Largeur de bande de modulation (s'il y a lieu), B_{mod}		+			+
Planéité de la sensibilité (s'il y a lieu)			+		+

4.7 Valeurs assignées, caractéristiques et données mécaniques et environnementales

Toutes les valeurs assignées mécaniques et environnementales spécifiques applicables doivent être indiquées (voir aussi les paragraphes 5.10 et 5.11 de la CEI 60747-1:2006).

4.8 Informations supplémentaires

S'il y a lieu, les informations suivantes doivent être fournies:

- a) Circuit de sortie équivalent: Des informations détaillées doivent être données sur le type des circuits de sortie, par exemple des impédances de sortie, un bloc à courant continu, un drain ouvert, etc.
- b) Protection interne: Une déclaration doit indiquer si le circuit intégré comporte une protection interne contre les tensions statiques ou les champs électriques élevés.
- c) Condensateurs aux bornes: Si des condensateurs pour le bloc à courant continu de sortie sont nécessaires, ces capacités doivent être indiquées.
- d) Résistance thermique;
- e) Interconnexions avec d'autres types de circuit: S'il y a lieu, les détails des interconnexions avec d'autres circuits doivent être donnés.
- f) Effets de composants connectés de manière externe: On peut donner les courbes et les données indiquant l'effet de composants connectés de manière externe qui influencent les caractéristiques.
- g) Recommandations liées à des dispositifs associés: Par exemple, le découplage entre une alimentation et un dispositif à haute fréquence doit être indiqué.
- h) Précautions de manipulation: S'il y a lieu, les précautions de manipulation spécifiques au circuit doivent être indiquées (voir également la CEI 61340-5-1 et la CEI/TR 61340-5-2).
- i) Données d'applications;
- j) Autres informations d'application;
- k) Date d'édition de la fiche technique.

5 Méthodes de mesure

5.1 Généralités

5.1.1 Précautions générales

Les précautions générales rapportées dans les paragraphes 6.3, 6.4 et 6.6 de la CEI 60747-1:2006 seront applicables. De plus, on doit veiller à utiliser des alimentations continues à faible ondulation et à découpler en conséquence toutes les bornes d'alimentation à la fréquence de mesure. Bien que le niveau du signal puisse être spécifié en puissance ou en tension, dans la présente norme, sauf spécification contraire, il est exprimé en puissance.

5.1.2 Impédance caractéristique

L'impédance caractéristique du système de mesure représenté dans le circuit de la présente norme est 50 Ω . Si l'impédance est différente de 50 Ω , cela doit être spécifié.

5.1.3 Précautions de manipulation

Quand on manipule des dispositifs sensibles aux charges électrostatiques, on doit observer les précautions de manipulation données dans la CEI 61340-5-1 et dans la CEI/TR 61340-5-2.

5.1.4 Types

Les dispositifs de la présente norme sont à la fois du type boîtier et du type puce, ils sont mesurés à l'aide de dispositifs d'essai appropriés.

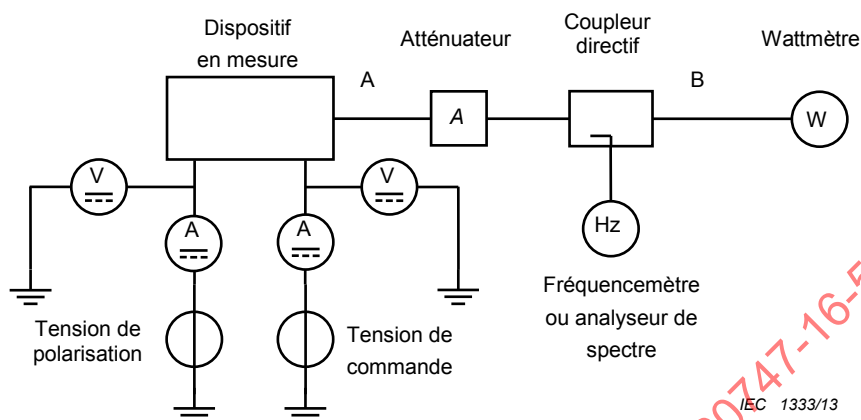
5.2 Fréquence d'oscillation (f_{osc})

5.2.1 But

Mesurer la fréquence d'oscillation dans des conditions spécifiées.

5.2.2 Schéma de circuit

Le circuit de mesure est représenté à la Figure 1.



NOTE Le dispositif en mesure peut contenir un circuit de résonance.

Figure 1 – Schéma du circuit de mesure de la fréquence d'oscillation f_{osc}

5.2.3 Principe de mesure

La fréquence d'oscillation est la fréquence du signal généré à partir du dispositif en mesure dans des conditions de polarisation spécifiées.

5.2.4 Description et exigences du circuit

L'atténuateur sert à réduire la variation de la fréquence d'oscillation due à un défaut d'adaptation entre la sortie de l'oscillateur et l'impédance de charge.

5.2.5 Précautions à prendre

Les réponses harmoniques ou parasites du dispositif en mesure doivent être négligeables.

5.2.6 Procédure de mesure

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la tension de commande est réglée à la valeur spécifiée.

La valeur f_{osc} est mesurée par un fréquencesmètre ou par un analyseur de spectre.

5.2.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Tension de commande, dans le cas d'un oscillateur commandé en tension

5.3 Puissance de sortie ($P_{o,osc}$)

5.3.1 But

Mesurer la puissance de sortie, $P_{o,osc}$, dans des conditions spécifiées.

5.3.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté à la Figure 1.

5.3.3 Principe de mesure

La puissance de sortie $P_{o,osc}$ du dispositif en mesure est dérivé de l'équation suivante:

$$P_{o,osc} = P_1 + L_1 \quad (1)$$

où

P_1 est la valeur indiquée par le wattmètre en dBm;

L_1 est la perte d'insertion entre la puissance au point A et la puissance au point B en dB.

5.3.4 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

La perte d'insertion L_1 doit au préalable être mesurée.

5.3.5 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

5.3.6 Procédure de mesure

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la fréquence d'oscillation est réglée à la valeur spécifiée.

La valeur P_1 est mesurée par le wattmètre, puis $P_{o,osc}$ est dérivé de l'Équation (1).

5.3.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Fréquence d'oscillation, dans le cas d'un oscillateur commandé en tension

5.4 Bruit de phase ($\mathcal{A}(f)$)

5.4.1 But

Mesurer le bruit de phase dans des conditions spécifiées.

5.4.2 Méthodes de mesure

5.4.2.1 Généralités

Trois méthodes de mesure sont données:

- Méthode 1, en utilisant un générateur de signal et une boucle à verrouillage de phase (PLL);
- Méthode 2, en utilisant une ligne de retard;
- Méthode 3, en utilisant un analyseur de spectre.

Le Tableau 1 présente une comparaison de ces trois méthodes de mesure du bruit de phase. Une méthode appropriée doit être sélectionnée.

NOTE La méthode 3 n'est pas rigoureuse, mais elle est pratique dans les environnements industriels comme méthode d'évaluation des dispositifs à oscillateur à semiconducteurs. La méthode 3 est applicable lorsque le bruit de modulation d'amplitude est négligeable.

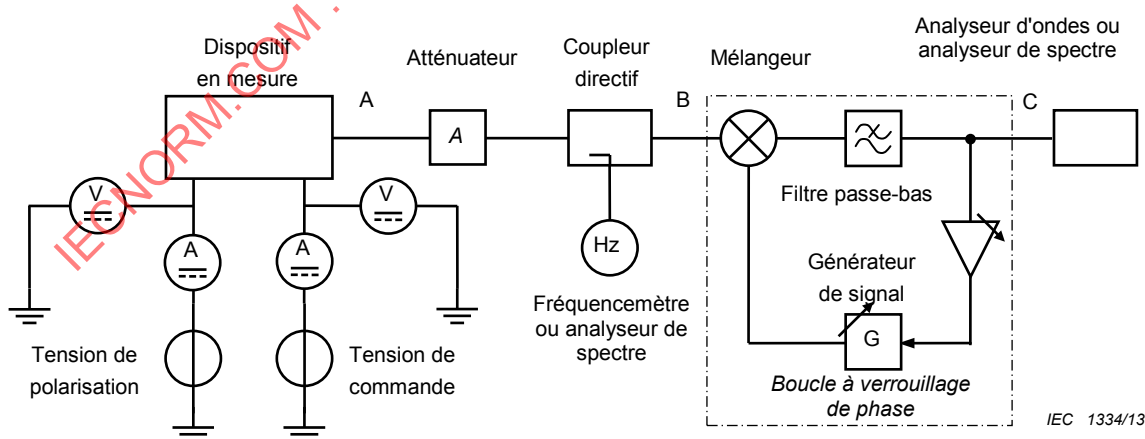
Tableau 1 – Comparaison des méthodes de mesure du bruit de phase

Méthode de mesure	Avantages	Inconvénients
Méthode 1	Applicable sur une large gamme des décalages Mesure un bruit très faible dans le cas d'une porteuse proche	La sensibilité au bruit de phase est limitée par le bruit du générateur de signal
Méthode 2	Mesure un bruit très faible pour un décalage de porteuse éloignée Convient pour la mesure d'oscillateurs à forte dérive	Ne s'applique pas à la mesure du bruit de phase à porteuse proche
Méthode 3	Fonctionnement simple Permet un contrôle rapide des signaux verrouillés	Ne permet pas la mesure du bruit de phase à porteuse proche Ne permet pas la mesure des signaux présentant une dérive Ne permet pas de séparer le bruit de modulation d'amplitude

5.4.2.2 Méthode de mesure 1

5.4.2.2.1 Schéma de circuit

Le circuit de mesure est représenté à la Figure 2.



NOTE Le dispositif en mesure peut contenir un circuit de résonance.

Figure 2 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{A}(f)$ (méthode 1)

5.4.2.2.2 Principe de mesure

Le bruit de phase $\mathcal{A}(f)$ est dérivé de l'équation suivante:

$$\mathcal{L}(f) = P_{\text{SSB}} - P_{0,\text{osc}} \quad (2)$$

où

P_{SSB} est la densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée par rapport à $f_{0,\text{osc}}$, en dBm/Hz.

NOTE $\mathcal{L}(f)$ est donné en dBc/Hz.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB} est dérivée de l'équation suivante:

$$P_{\text{SSB}} = P_{\text{DSB}} - 3 + L_2 \quad (3)$$

où

P_{DSB} est la densité de puissance du bruit d'une bande latérale double à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée par rapport à $f_{0,\text{osc}}$, indiquée par un analyseur d'onde ou un analyseur de spectre, en dBm/Hz;

L_2 est le gain de conversion entre le point A et le point C.

L_2 est exprimé en dB.

5.4.2.2.3 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

Le générateur de signal et le dispositif en mesure se verrouilleront naturellement de telle sorte que leurs signaux présentent une différence de phase de 90 degrés et les fluctuations de la tension de sortie de la PLL correspondent aux fluctuations de phase entre le générateur de signal et le dispositif en mesure. La valeur de L_2 doit être mesurée au préalable (voir 6.2 de la CEI 60747-16-3:2002).

5.4.2.2.4 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

Le bruit de phase du générateur de signal doit être aussi bon ou meilleur que celui du dispositif en mesure.

La valeur de la puissance d'oscillation de sortie $P_{0,\text{osc}}$ doit être mesurée au préalable au point B (voir 5.3).

5.4.2.2.5 Procédure de mesure

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la fréquence d'oscillation est réglée à la valeur spécifiée.

Une fréquence du générateur de signal est réglée à la fréquence d'oscillation du dispositif en mesure.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale double P_{DSB} à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée est mesurée par un analyseur d'onde ou un analyseur de spectre.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB} est dérivée de l'Équation (3).

Le bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ est dérivé de l'Équation (2).

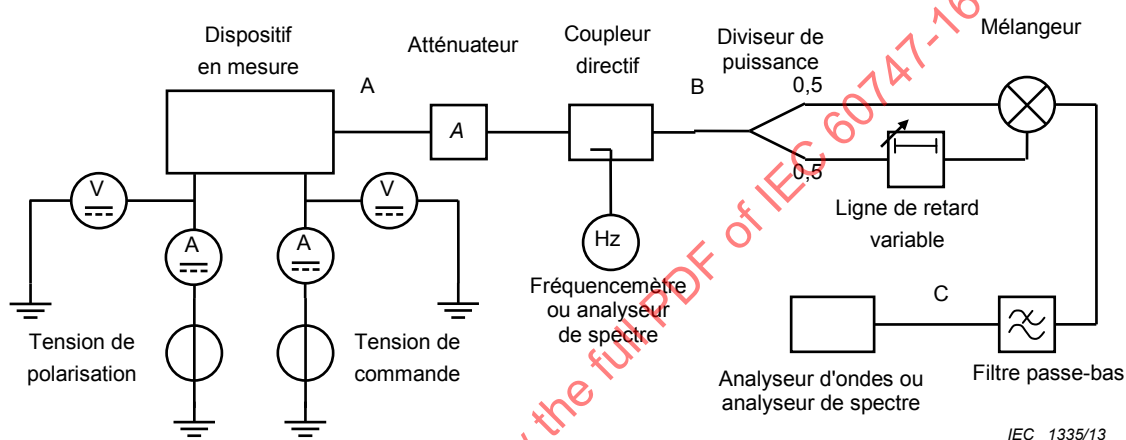
5.4.2.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Fréquence d'oscillation, dans le cas d'un oscillateur commandé en tension
- Conditions de polarisation
- Fréquence décalée

5.4.2.3 Méthode de mesure 2

5.4.2.3.1 Schéma de circuit

Le circuit de mesure est représenté à la Figure 3.



NOTE Le dispositif en mesure peut contenir un circuit de résonance.

Figure 3 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ (méthode 2)

5.4.2.3.2 Principe de mesure

Voir le principe de mesure en 5.4.2.2.2.

5.4.2.3.3 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

La ligne de retard variable est ajustée pour régler la phase entre les signaux divisés à 90 degrés. La valeur de L_2 doit être mesurée au préalable (voir 6.2 de la CEI 60747-16-3:2002).

5.4.2.3.4 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

La valeur de la puissance d'oscillation de sortie $P_{o,osc}$ doit être mesurée au préalable au point B (voir 5.3).

5.4.2.3.5 Procédure de mesure

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la fréquence d'oscillation est réglée à la valeur spécifiée.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale double P_{DSB} à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée est mesurée par un analyseur d'onde ou un analyseur de spectre.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB} est dérivée de l'Équation (3).

Le bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ est dérivé de l'Équation (2).

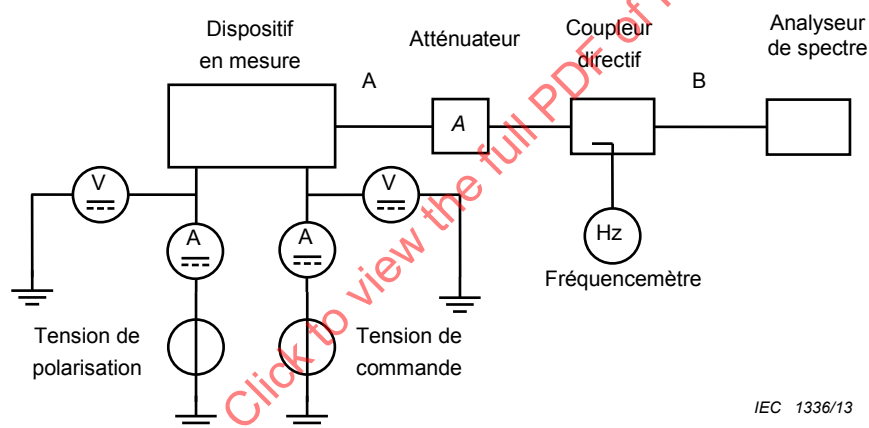
5.4.2.3.6 Conditions spécifiées

Voir les conditions spécifiées en 5.4.2.2.6.

5.4.2.4 Méthode de mesure 3

5.4.2.4.1 Schéma de circuit

Le circuit de mesure est représenté à la Figure 4.



IEC 1336/13

NOTE Le dispositif en mesure peut contenir un circuit de résonance.

Figure 4 – Schéma du circuit de mesure du bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ (méthode 3)

5.4.2.4.2 Principe de mesure

Le bruit de phase $\mathcal{L}(f)$ est dérivé de l'équation suivante:

$$\mathcal{L}(f) = P_{SSB} - P_{o,osc} \quad (4)$$

où

P_{SSB} est la densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée par rapport à f_{osc} , en dBm/Hz.

NOTE $\mathcal{L}(f)$ est donné en dBc/Hz.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB} est dérivée de l'équation suivante:

$$P_{SSB} = P_{SSB2} + L_2 \quad (5)$$

où

P_{SSB2} est la densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée par rapport à f_{osc} , indiquée par un analyseur de spectre, en dBm/Hz;

L_2 est la puissance au point B en dBm, moins la puissance au point A en dBm.

L_2 est exprimé en dB.

5.4.2.4.3 Description et exigences du circuit

Voir la description et les exigences du circuit en 5.2.4.

La valeur de L_2 doit être mesurée au préalable.

5.4.2.4.4 Précautions à prendre

Voir les précautions à prendre en 5.2.5.

La valeur de la puissance d'oscillation de sortie $P_{o,osc}$ doit être mesurée au préalable au point B (voir 5.3).

5.4.2.4.5 Procédure de mesure

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la fréquence d'oscillation est réglée à la valeur spécifiée.

La largeur de la bande de résolution de l'analyseur de spectre est réglée à une valeur suffisamment petite comparée à une valeur de fréquence décalée spécifiée.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB2} à une fréquence décalée d'une quantité spécifiée est mesurée par un analyseur de spectre.

La densité de puissance du bruit d'une bande latérale unique P_{SSB} est dérivée de l'Équation (5).

Le bruit de phase $\phi(f)$ est dérivé de l'Équation (4).

5.4.2.4.6 Conditions spécifiées

Voir les conditions spécifiées en 5.4.2.2.6.

5.5 Sensibilité d'accord ($S_{f,v}$)

5.5.1 But

Mesurer la sensibilité d'accord dans des conditions spécifiées.

5.5.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté à la Figure 1.

5.5.3 Principe de mesure

La sensibilité d'accord $S_{f,v}$ est dérivée de l'équation suivante:

$$S_{f,v} = \frac{f_{osc}(V_1) - f_{osc}(V_2)}{V_1 - V_2} \quad (6)$$

où

V_1 est la tension de commande spécifiée;

V_2 est la tension de commande spécifiée;

$f_{osc}(V_1)$ est la fréquence d'oscillation à la tension de commande spécifiée V_1 ;

$f_{osc}(V_2)$ est la fréquence d'oscillation à la tension de commande spécifiée V_2 .

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

La polarisation dans des conditions spécifiées est fournie.

La valeur $f_{osc}(V_1)$ est mesurée par un fréquencesmètre ou par un analyseur de spectre à la tension de commande spécifiée V_1 .

La valeur $f_{osc}(V_2)$ est mesurée par un fréquencesmètre ou par un analyseur de spectre à la tension de commande spécifiée V_2 .

La sensibilité d'accord $S_{f,v}$ est dérivée de l'Equation (6).

5.5.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Tensions de commande

5.6 Effet de poussée de fréquence ($f_{osc,push}$)

5.6.1 But

Mesurer l'effet de poussée de fréquence dans des conditions spécifiées.

5.6.2 Schéma de circuit

Voir le schéma de circuit représenté à la Figure 1.

5.6.3 Principe de mesure

L'effet de poussée de fréquence $f_{osc,push}$ est dérivé de l'équation suivante:

$$f_{osc,push} = f_{osc,max} - f_{osc,min} \quad (7)$$

où

$f_{osc,max}$ est la fréquence d'oscillation maximale sur la gamme des tensions de polarisation spécifiée;

$f_{osc,min}$ est la fréquence d'oscillation minimale sur la gamme des tensions de polarisation spécifiée.

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

La polarisation dans les conditions spécifiées est fournie.

Dans le cas d'un oscillateur commandé en tension, la fréquence d'oscillation est réglée à la valeur spécifiée.

Les fréquences d'oscillation maximales et minimales sont mesurées en faisant varier la tension de polarisation sur la gamme des tensions spécifiées.

L'effet de poussée de fréquence $f_{osc,push}$ est dérivé de l'Équation (7).

5.6.7 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température du point de référence
- Conditions de polarisation
- Gamme des tensions de polarisation
- Fréquence d'oscillation, dans le cas d'un oscillateur commandé en tension

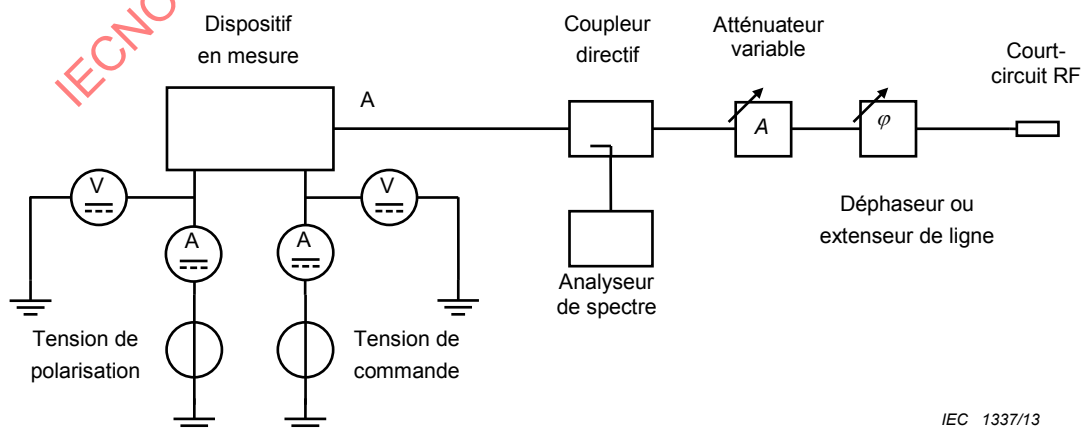
5.7 Effet d'entraînement de fréquences ($f_{osc,pull}$)

5.7.1 But

Mesurer l'effet d'entraînement de fréquences dans des conditions spécifiées.

5.7.2 Schéma de circuit

Le circuit de mesure est représenté à la Figure 5.



IEC 1337/13

NOTE Le dispositif en mesure peut contenir un circuit de résonance.

Figure 5 – Schéma du circuit de mesure de l'effet d'entraînement de fréquences $f_{osc,pull}$