

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60679-1**

QC 690000

Deuxième édition

Second edition

1997-12

---

---

**Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance  
de la qualité –**

**Partie 1:  
Spécification générique**

**Quartz crystal controlled oscillators  
of assessed quality –**

**Part 1:  
Generic specification**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60679-1:1997

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Accès en ligne\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)\*

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
On-line access\*
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line access)\*

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60679-1**

QC 690000

Deuxième édition  
Second edition  
1997-12

---

---

**Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance  
de la qualité –**

**Partie 1:  
Spécification générique**

**Quartz crystal controlled oscillators  
of assessed quality –**

**Part 1:  
Generic specification**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XC**

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

|                                                                            | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                         | 8     |
| Articles                                                                   |       |
| 1 Généralités .....                                                        | 12    |
| 1.1 Domaine d'application .....                                            | 12    |
| 1.2 Références normatives .....                                            | 12    |
| 1.3 Ordre de priorité .....                                                | 16    |
| 2 Terminologie et prescriptions générales .....                            | 16    |
| 2.1 Généralités .....                                                      | 16    |
| 2.2 Définitions .....                                                      | 16    |
| 2.3 Valeurs et caractéristiques préférentielles .....                      | 32    |
| 2.4 Marquage .....                                                         | 34    |
| 3 Procédures d'assurance de la qualité .....                               | 36    |
| 3.1 Etape initiale de fabrication .....                                    | 36    |
| 3.2 Modèles associables .....                                              | 36    |
| 3.3 Sous-traitance .....                                                   | 36    |
| 3.4 Composants incorporés .....                                            | 36    |
| 3.5 Agrément du fabricant .....                                            | 36    |
| 3.6 Procédures d'agrément .....                                            | 38    |
| 3.7 Procédures pour l'agrément de savoir-faire .....                       | 38    |
| 3.8 Procédures pour l'homologation .....                                   | 40    |
| 3.9 Méthodes d'essai .....                                                 | 40    |
| 3.10 Exigences de sélection .....                                          | 40    |
| 3.11 Travaux de retouche et de réparation .....                            | 42    |
| 3.12 Rapports certifiés d'essai .....                                      | 42    |
| 3.13 Validité de livraison .....                                           | 42    |
| 3.14 Acceptation pour livraison .....                                      | 42    |
| 3.15 Paramètres non contrôlés .....                                        | 42    |
| 4 Procédures d'essai et de mesure .....                                    | 42    |
| 4.1 Généralités .....                                                      | 42    |
| 4.2 Conditions d'essai et de mesure .....                                  | 44    |
| 4.2.1 Conditions normales d'essai .....                                    | 44    |
| 4.2.2 Conditions d'équilibre .....                                         | 44    |
| 4.2.3 Conditions de circulation d'air pour les essais en température ..... | 44    |
| 4.2.4 Sources d'alimentation .....                                         | 44    |
| 4.2.5 Précision de la mesure .....                                         | 46    |
| 4.2.6 Précautions .....                                                    | 46    |
| 4.2.7 Choix des méthodes d'essai .....                                     | 46    |
| 4.3 Contrôle visuel .....                                                  | 46    |
| 4.4 Dimensions et calibrage .....                                          | 46    |

## CONTENTS

|                                                            | Page |
|------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                             | 9    |
| Clause                                                     |      |
| 1 General.....                                             | 13   |
| 1.1 Scope .....                                            | 13   |
| 1.2 Normative references.....                              | 13   |
| 1.3 Order of precedence .....                              | 17   |
| 2 Terminology and general requirements.....                | 17   |
| 2.1 General .....                                          | 17   |
| 2.2 Definitions .....                                      | 17   |
| 2.3 Preferred values for ratings and characteristics ..... | 33   |
| 2.4 Marking .....                                          | 35   |
| 3 Quality assessment procedures.....                       | 37   |
| 3.1 Primary stage of manufacture .....                     | 37   |
| 3.2 Structurally similar components.....                   | 37   |
| 3.3 Subcontracting.....                                    | 37   |
| 3.4 Incorporated components.....                           | 37   |
| 3.5 Manufacturer's approval.....                           | 37   |
| 3.6 Approval procedures .....                              | 39   |
| 3.7 Procedures for capability approval.....                | 39   |
| 3.8 Procedures for qualification approval.....             | 41   |
| 3.9 Test procedures.....                                   | 41   |
| 3.10 Screening requirements .....                          | 41   |
| 3.11 Rework and repair work .....                          | 43   |
| 3.12 Certified test records.....                           | 43   |
| 3.13 Validity of release .....                             | 43   |
| 3.14 Release for delivery .....                            | 43   |
| 3.15 Unchecked parameters .....                            | 43   |
| 4 Test and measurement procedures .....                    | 43   |
| 4.1 General .....                                          | 43   |
| 4.2 Test and measurement conditions.....                   | 45   |
| 4.2.1 Standard conditions for testing.....                 | 45   |
| 4.2.2 Equilibrium conditions.....                          | 45   |
| 4.2.3 Air flow conditions for temperature tests .....      | 45   |
| 4.2.4 Power supplies .....                                 | 45   |
| 4.2.5 Precision of measurement .....                       | 47   |
| 4.2.6 Precautions .....                                    | 47   |
| 4.2.7 Alternative test methods .....                       | 47   |
| 4.3 Visual inspection.....                                 | 47   |
| 4.4 Dimensions and gauging procedures.....                 | 47   |

| Articles                                                                                                    | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.5 Méthodes d'essais électriques.....                                                                      | 48    |
| 4.5.1 Résistance d'isolement.....                                                                           | 48    |
| 4.5.2 Tension de tenue.....                                                                                 | 48    |
| 4.5.3 Puissance d'entrée.....                                                                               | 50    |
| 4.5.4 Fréquence de sortie.....                                                                              | 52    |
| 4.5.5 Caractéristiques fréquence/température.....                                                           | 56    |
| 4.5.6 Coefficient de charge de la fréquence.....                                                            | 60    |
| 4.5.7 Coefficient de tension de la fréquence.....                                                           | 60    |
| 4.5.8 Stabilité de la fréquence lors d'une variation transitoire de la température.....                     | 60    |
| 4.5.9 Démarrage de l'oscillation.....                                                                       | 62    |
| 4.5.10 Temps de stabilisation.....                                                                          | 72    |
| 4.5.11 Gamme d'ajustage de la fréquence.....                                                                | 74    |
| 4.5.12 Caractéristiques de retraçabilité.....                                                               | 74    |
| 4.5.13 Tension de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale).....                                                | 76    |
| 4.5.14 Tension de sortie de l'oscillateur (forme d'onde pulsée).....                                        | 76    |
| 4.5.15 Forme d'onde de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale).....                                           | 78    |
| 4.5.16 Forme d'onde du signal de sortie (impulsion).....                                                    | 82    |
| 4.5.17 Puissance de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale).....                                              | 82    |
| 4.5.18 Impédance de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale).....                                              | 82    |
| 4.5.19 Couplage entre sorties.....                                                                          | 84    |
| 4.5.20 Efficacité de coupure des oscillateurs à porte.....                                                  | 86    |
| 4.5.21 Caractéristiques de sortie trois états.....                                                          | 86    |
| 4.5.22 Caractéristiques de la modulation d'amplitude.....                                                   | 90    |
| 4.5.23 Caractéristiques de la modulation de fréquence.....                                                  | 104   |
| 4.5.24 Réponses parasites.....                                                                              | 112   |
| 4.5.25 Bruit de phase.....                                                                                  | 112   |
| 4.5.26 Bruit de phase – vibration.....                                                                      | 114   |
| 4.5.27 Bruit de phase – acoustique.....                                                                     | 114   |
| 4.5.28 Seuil de bruit.....                                                                                  | 116   |
| 4.5.29 Pureté spectrale.....                                                                                | 118   |
| 4.5.30 Modulation fortuite de fréquence.....                                                                | 118   |
| 4.5.31 Fluctuations relatives efficaces de fréquence.....                                                   | 122   |
| 4.5.32 Brouillage électromagnétique (par rayonnement).....                                                  | 128   |
| 4.6 Méthodes d'essais mécaniques et d'environnement.....                                                    | 136   |
| 4.6.1 Robustesse des sorties (destructif).....                                                              | 136   |
| 4.6.2 Essais d'étanchéités (non destructif).....                                                            | 140   |
| 4.6.3 Brasage (brasabilité et résistance à la chaleur de brasage) (destructif) ...                          | 140   |
| 4.6.4 Variations rapides de température: choc thermique par immersion dans un liquide (non destructif)..... | 142   |
| 4.6.5 Variations rapides de température: choc thermique dans l'air (non destructif).....                    | 142   |
| 4.6.6 Secousses (destructif).....                                                                           | 142   |
| 4.6.7 Vibrations (destructif).....                                                                          | 144   |
| 4.6.8 Chocs (destructif).....                                                                               | 144   |
| 4.6.9 Chute libre (destructif).....                                                                         | 146   |

| Clause                                                                                      | Page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.5 Electrical test procedures.....                                                         | 49   |
| 4.5.1 Insulation resistance.....                                                            | 49   |
| 4.5.2 Voltage proof.....                                                                    | 49   |
| 4.5.3 Input power .....                                                                     | 51   |
| 4.5.4 Output frequency.....                                                                 | 53   |
| 4.5.5 Frequency/temperature characteristics .....                                           | 57   |
| 4.5.6 Frequency/load coefficient.....                                                       | 61   |
| 4.5.7 Frequency/voltage coefficient .....                                                   | 61   |
| 4.5.8 Frequency stability with thermal transient.....                                       | 61   |
| 4.5.9 Oscillation start-up.....                                                             | 63   |
| 4.5.10 Stabilization time .....                                                             | 73   |
| 4.5.11 Frequency adjustment range.....                                                      | 75   |
| 4.5.12 Retrace characteristics .....                                                        | 75   |
| 4.5.13 Oscillator output voltage (sinusoidal).....                                          | 77   |
| 4.5.14 Oscillator output voltage (pulse waveform).....                                      | 77   |
| 4.5.15 Oscillator output waveform (sinusoidal).....                                         | 79   |
| 4.5.16 Oscillator output waveform (pulse).....                                              | 83   |
| 4.5.17 Oscillator output power (sinusoidal).....                                            | 83   |
| 4.5.18 Oscillator output impedance (sinusoidal).....                                        | 83   |
| 4.5.19 Re-entrant isolation .....                                                           | 85   |
| 4.5.20 Output suppression of gated oscillators.....                                         | 87   |
| 4.5.21 Tri-state output characteristics.....                                                | 87   |
| 4.5.22 Amplitude modulation characteristics .....                                           | 91   |
| 4.5.23 Frequency modulation characteristics .....                                           | 105  |
| 4.5.24 Spurious response.....                                                               | 113  |
| 4.5.25 Phase noise .....                                                                    | 113  |
| 4.5.26 Phase noise – vibration.....                                                         | 115  |
| 4.5.27 Phase noise – acoustic .....                                                         | 115  |
| 4.5.28 Noise pedestal.....                                                                  | 117  |
| 4.5.29 Spectral purity .....                                                                | 119  |
| 4.5.30 Incidental frequency modulation.....                                                 | 119  |
| 4.5.31 RMS fractional frequency fluctuations .....                                          | 123  |
| 4.5.32 Electromagnetic interference (radiated).....                                         | 129  |
| 4.6 Mechanical and environmental test procedures .....                                      | 137  |
| 4.6.1 Robustness of terminations (destructive) .....                                        | 137  |
| 4.6.2 Sealing tests (non-destructive).....                                                  | 141  |
| 4.6.3 Soldering (solderability and resistance to soldering heat) (destructive) ....         | 141  |
| 4.6.4 Rapid change of temperature: severe shock by liquid immersion (non-destructive) ..... | 143  |
| 4.6.5 Rapid change of temperature: thermal shock in air (non-destructive).....              | 143  |
| 4.6.6 Bump (destructive) .....                                                              | 143  |
| 4.6.7 Vibration (destructive).....                                                          | 145  |
| 4.6.8 Shock (destructive).....                                                              | 145  |
| 4.6.9 Free fall (destructive).....                                                          | 147  |

| Articles                                                               | Pages |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.6.10 Accélération constante (non destructif) .....                   | 146   |
| 4.6.11 Accélération – 2g renversement.....                             | 146   |
| 4.6.12 Bruit acoustique.....                                           | 146   |
| 4.6.13 Basse pression atmosphérique (non destructif) .....             | 146   |
| 4.6.14 Chaleur sèche (non destructif) .....                            | 146   |
| 4.6.15 Chaleur humide, essai cyclique (destructif) .....               | 146   |
| 4.6.16 Froid (non destructif) .....                                    | 148   |
| 4.6.17 Séquence climatique (destructif) .....                          | 148   |
| 4.6.18 Essai continu de chaleur humide (destructif) .....              | 148   |
| 4.6.19 Cycle brouillard salin (destructif) .....                       | 148   |
| 4.6.20 Moisissures (non destructif) .....                              | 148   |
| 4.6.21 Immersion dans les solvants de nettoyage (non destructif) ..... | 148   |
| 4.6.22 Durcissement aux radiations .....                               | 148   |
| 4.7 Méthodes d'essai d'endurance .....                                 | 148   |
| 4.7.1 Vieillissement (non destructif) .....                            | 148   |
| 4.7.2 Vieillissement prolongé (non destructif) .....                   | 150   |
| 4.7.3 Vieillissement de la consommation de puissance .....             | 150   |
| <br>Annexes                                                            |       |
| A Circuit de charge pour circuits logiques .....                       | 152   |
| B Bibliographie .....                                                  | 158   |

| Clause                                                        | Page |
|---------------------------------------------------------------|------|
| 4.6.10 Acceleration, steady-state (non-destructive).....      | 147  |
| 4.6.11 Acceleration – 2g tip over .....                       | 147  |
| 4.6.12 Acoustic noise .....                                   | 147  |
| 4.6.13 Low air pressure (non-destructive).....                | 147  |
| 4.6.14 Dry heat (non-destructive) .....                       | 147  |
| 4.6.15 Damp heat, cyclic (destructive) .....                  | 147  |
| 4.6.16 Cold (non-destructive) .....                           | 149  |
| 4.6.17 Climatic sequence (destructive) .....                  | 149  |
| 4.6.18 Damp heat, steady-state (destructive).....             | 149  |
| 4.6.19 Salt mist, cyclic (destructive) .....                  | 149  |
| 4.6.20 Mould growth (non-destructive).....                    | 149  |
| 4.6.21 Immersion in cleaning solvents (non-destructive) ..... | 149  |
| 4.6.22 Radiation hardness.....                                | 149  |
| 4.7 Endurance test procedure .....                            | 149  |
| 4.7.1 Ageing (non-destructive).....                           | 149  |
| 4.7.2 Extended ageing (non-destructive).....                  | 151  |
| 4.7.3 Power consumption ageing .....                          | 151  |
| Annexes                                                       |      |
| A Load circuit for logic drive .....                          | 153  |
| B Bibliography.....                                           | 159  |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

### Partie 1: Spécification générique

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60679-1 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1980 et constitue une révision technique.

La Norme internationale CEI 60679-1 est en outre la première partie de la nouvelle édition de la série CEI 60679 révisée pour incorporer les exigences d'essais du système IECQ; cette publication est basée sur les normes CEI publiées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| FDIS        | Rapport de vote |
| 49/385/FDIS | 49/389/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.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS  
OF ASSESSED QUALITY –****Part 1: Generic specification**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 60679-1 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

The second edition cancels and replaces the first edition published in 1980 and constitutes a technical revision.

International Standard IEC 60679-1 is the first part of a new edition of IEC series 60679 updated to include the test requirements of the IECQ system, and this edition is based on the relevant IEC standards.

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 49/385/FDIS | 49/389/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.

La CEI 60679 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général: *Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance de la qualité*:

Partie 1: Spécification générique (CEI 60679-1)

Partie 2: Guide pour l'utilisation des oscillateurs pilotés par quartz (CEI 60679-2)

Partie 3: Encombrements normalisés et connexions des sorties (CEI 60679-3)

Partie 4 : Spécification intermédiaire – Agrément de savoir-faire (CEI 60679-4)

Partie 4-1: Spécification particulière cadre – Agrément de savoir-faire (CEI 60679-4-1)

Partie 5: Spécification intermédiaire – Homologation (CEI 60679-5)

Partie 5-1: Spécification particulière cadre – Homologation (CEI 60679-5-1)

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ).

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

IEC 60679 consists of the following parts under the general title: *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality*:

Part 1: Generic specification (IEC 60679-1)

Part 2: Guide to the use of quartz crystal controlled oscillators (IEC 60679-2)

Part 3: Standard outlines and lead connections (IEC 60679-3)

Part 4: Sectional specification – Capability approval (IEC 60679-4)

Part 4-1: Blank detail specification – Capability approval (IEC 60679-4-1)

Part 5: Sectional specification – Qualification approval (IEC 60679-5)

Part 5-1: Blank detail specification – Qualification approval (IEC 60679-5-1)

The QC number which appears on the front cover of this publication in the specification number is the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

Annex A forms an integral part of the standard.

Annex B is for information only.

# OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

## Partie 1: Spécification générique

### 1 Généralités

#### 1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60679 spécifie les méthodes d'essai et les exigences générales pour les oscillateurs pilotés par quartz dont la qualité est garantie par les procédures d'agrément de savoir-faire ou par les procédures d'homologation.

#### 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60679. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60679 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60027, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

CEI 60050-561:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 561: Dispositifs piézoélectriques pour la stabilisation des fréquences et le filtrage*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*  
Amendement 1 (1992)

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais A: Froid*  
Amendement 1 (1993)  
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*  
Amendement 1 (1993)  
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-3:1985, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-7:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais Ga et guide: Accélération constante*  
Amendement 1 (1986)

CEI 60068-2-10:1988, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai J et guide: Moisissures*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

# QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS OF ASSESSED QUALITY –

## Part 1: Generic specification

### 1 General

#### 1.1 Scope

This part of IEC 60679 specifies the methods of test and general requirements for quartz crystal controlled oscillators of assessed quality using either capability approval or qualification approval procedures.

#### 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60679. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60679 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60027, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-561:1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 561: Piezoelectric devices for frequency control and selection*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*  
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*  
Amendment 1 (1993)  
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*  
Amendment 1 (1993)  
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-3:1985, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-7:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*  
Amendment 1 (1986)

IEC 60068-2-10:1988, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*  
Amendement 1 (1986)

CEI 60068-2-17:1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*  
Amendement 2 (1987)

CEI 60068-2-21:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*  
Amendement 2 (1991)  
Amendement 3 (1992)

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*  
Amendement 1 (1985)

CEI 60068-2-32:1975, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ed: Chute libre*  
Amendement 2 (1990)

CEI 60068-2-36:1973, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fdb: Vibrations aléatoires à large bande – Reproductibilité moyenne*  
Amendement 1 (1983)

CEI 60068-2-45:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*  
Amendement 1 (1993)

CEI 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

CEI 60068-2-58:1989, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Td: Soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de soudage de composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 60469-1:1987, *Technique des impulsions et appareils – Partie 1: Termes et définitions concernant les impulsions*

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60679-4,— *Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance de la qualité – Partie 4: Spécification intermédiaire – Agrément de savoir-faire*<sup>1)</sup>

CEI 60679-5,— *Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance de la qualité – Partie 5: Spécification intermédiaire – Homologation*<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> A publier.

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*  
Amendment 1 (1986)

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*  
Amendment 2 (1987)

IEC 60068-2-21:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*  
Amendment 2 (1991)  
Amendment 3 (1992)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*  
Amendment 1 (1985)

IEC 60068-2-32:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall*  
Amendment 2 (1990)

IEC 60068-2-36:1973, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fdb: Random vibration wide band – Reproducibility medium*  
Amendment 1 (1983)

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*  
Amendment 1 (1993)

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-58:1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60469-1:1987, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60679-4,— *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 4: Sectional specification – Capability approval* <sup>1)</sup>

IEC 60679-5,— *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 5: Sectional specification – Qualification approval* <sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> To be published.

CEI 60801-2:1991, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*

CEI QC 001001:1986, *Règles fondamentales du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

Amendement 2 (1994)

Amendement 3 (1995)

CEI QC 001002:1986, *Règles de procédure du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

Amendement 2 (1994)

CEI QC 001005:1996, *Register of firms, products and services approved under the IECQ System, including ISO 9000* (publiée en anglais uniquement)

ISO 31-3:1992, *Grandeurs et unités – Partie 3: Mécanique*

ISO 1000:1992, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

### 1.3 Ordre de priorité

En cas de divergence pour quelque raison que ce soit, les documents seront classés dans l'ordre de priorité suivant:

- spécification particulière;
- spécification intermédiaire;
- spécification générique;
- tout autre document international (par exemple de la CEI) auquel on fait référence.

Le même ordre de priorité doit s'appliquer aux spécifications nationales équivalentes.

## 2 Terminologie et prescriptions générales

### 2.1 Généralités

Les unités, symboles graphiques, symboles littéraux et la terminologie devront, autant que possible, être issus des normes suivantes:

CEI 60027

CEI 60050-561

CEI 60469-1

CEI 60617

ISO 1000

### 2.2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60679, les définitions suivantes sont applicables:

#### 2.2.1

##### **oscillateur à quartz simple en boîtier**

oscillateur piloté par résonateur à quartz, sans moyen de commande ou de compensation de la température, présentant une caractéristique fréquence/température déterminée pratiquement par le résonateur à quartz utilisé [VEI 561-04-01]

IEC 60801-2: 1991, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements*

IEC QC 001001: 1986, *Basic rules of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*

Amendment 2 (1994)

Amendment 3 (1995)

IEC QC 001002: 1986, *Rules of procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*

Amendment 2 (1994)

IEC QC 001005: 1996, *Register of firms, products and services approved under the IECQ System, including ISO 9000*

ISO 31-3: 1992, *Quantities and units – Part 3: Mechanics*

ISO 1000: 1992, *SI units and recommendations for use of their multiples and of certain other units*

### 1.3 Order of precedence

Where any discrepancies occur for any reason, documents shall rank in the following order of precedence:

- detail specification;
- sectional specification;
- generic specification;
- any other international documents (for example of the IEC) to which reference is made.

The same order of precedence shall apply to equivalent national documents.

## 2 Terminology and general requirements

### 2.1 General

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, wherever possible, be taken from the following standards:

IEC 60027

IEC 60050-561

IEC 60469-1

IEC 60617

ISO 1000

### 2.2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60679, the following definitions are applicable:

#### 2.2.1

##### **simple packaged crystal oscillator (SPXO)**

a crystal controlled oscillator having no means of temperature control or compensation, exhibiting a frequency/temperature characteristic determined substantially by the piezoelectric resonator employed [IEV 561-04-01]

## 2.2.2

### **oscillateur à quartz à mode partiel**

oscillateur destiné à faire fonctionner le résonateur à quartz de commande sur un mode de vibration mécanique partiel de rang spécifié [VEI 561-04-02]

## 2.2.3

### **coupe du quartz**

orientation de l'élément de quartz par rapport aux axes cristallographiques du cristal

NOTE – Cette définition a été introduite car il peut être souhaitable de spécifier la coupe (donc la forme générale de la caractéristique fréquence/température) d'un quartz utilisé pour réaliser un oscillateur. Le choix de la coupe implique certaines caractéristiques propres de l'oscillateur qui, autrement, peuvent ne pas être signalées dans la spécification particulière.

## 2.2.4

### **oscillateur à quartz commandé par une tension**

oscillateur piloté par résonateur à quartz, dont on peut faire varier la fréquence ou la moduler selon une loi spécifiée, par l'application d'une tension de commande [VEI 561-04-03]

## 2.2.5

### **oscillateur à quartz à compensation de température**

oscillateur piloté par résonateur à quartz dont la dérive de fréquence due à la température est réduite au moyen d'un système de compensation incorporé au dispositif [VEI 561-04-04]

## 2.2.6

### **oscillateur à quartz à enceinte à température régulée**

oscillateur piloté par résonateur à quartz, dans lequel le résonateur au moins est à température régulée [VEI 561-04-05]

NOTE – Ce mode de fonctionnement garantit que la fréquence de l'oscillateur reste sensiblement constante dans la gamme de températures de fonctionnement de l'oscillateur à quartz à enceinte à température régulée, donc indépendante de la caractéristique fréquence/température du résonateur à quartz.

## 2.2.7

### **fréquence nominale**

fréquence utilisée pour identifier l'oscillateur piloté par résonateur à quartz [VEI 561-04-06]

## 2.2.8

### **tolérance de fréquence**

écart maximal admissible de la fréquence de l'oscillateur par rapport à une valeur nominale spécifiée lorsque cet oscillateur fonctionne dans des conditions spécifiées [VEI 561-04-07]

NOTE – Les tolérances de fréquence sont souvent attribuées séparément pour des effets ambiants indépendants électriques, climatiques et mécaniques spécifiés. Lorsqu'on utilise ce mode de spécification, il est nécessaire de définir les valeurs des autres paramètres de fonctionnement de même que la gamme de la variable spécifiée, c'est-à-dire:

- écart de la fréquence par rapport à sa valeur à une température de référence spécifiée, causé par un fonctionnement dans la gamme spécifiée de températures, les autres conditions restant constantes;
- écart de la fréquence par rapport à sa valeur à une tension d'alimentation spécifiée, causé par une variation de la tension d'alimentation dans la gamme spécifiée, les autres conditions restant constantes;
- écart de la fréquence par rapport à sa valeur initiale, causé par le vieillissement, les autres conditions restant constantes;
- écart de la fréquence par rapport à sa valeur dans des conditions de charge spécifiées, causé par des variations de l'impédance de charge dans la gamme spécifiée, les autres conditions restant constantes.

Dans certains cas, une tolérance de fréquence globale peut être spécifiée pour une combinaison quelconque ou pour toutes les combinaisons des paramètres de fonctionnement, pendant une durée de vie spécifiée.

## 2.2.9

### **décalage de fréquence**

différence positive ou négative qu'il convient d'ajouter à la fréquence nominale spécifiée de l'oscillateur lorsqu'on ajuste la fréquence de cet oscillateur pour un cas particulier de conditions de fonctionnement afin de minimiser les écarts par rapport à la fréquence nominale dans une plage spécifiée des conditions de fonctionnement [VEI 561-04-08]

### 2.2.2

#### **overtone quartz crystal controlled oscillator**

an oscillator designed to operate with the controlling piezoelectric resonator functioning in a specified mechanical overtone order of vibration [IEV 561-04-02]

### 2.2.3

#### **crystal cut**

the orientation of the crystal element with respect to the crystallographic axes of the crystal

NOTE – This definition is included as it may be desirable to specify the cut (and hence the general form of the frequency/temperature performance) of a crystal unit used in an oscillator application. The choice of the crystal cut will imply certain attributes of the oscillator which may not otherwise appear in the detail specification.

### 2.2.4

#### **voltage controlled crystal oscillator (VCXO)**

a crystal controlled oscillator, the frequency of which can be deviated or modulated according to a specified relation, by application of a control voltage [IEV 561-04-03]

### 2.2.5

#### **temperature compensated crystal oscillator (TCXO)**

a crystal controlled oscillator whose frequency deviation due to temperature is reduced by means of a compensation system, incorporated in the device [IEV 561-04-04]

### 2.2.6

#### **oven controlled crystal oscillator (OCXO)**

a crystal controlled oscillator in which at least the piezoelectric resonator is temperature controlled [IEV 561-04-05]

NOTE – This mode of operation ensures that the oscillator frequency will remain sensibly constant over the operating temperature range of the OCXO, therefore independent of the frequency/temperature characteristic of the crystal unit.

### 2.2.7

#### **nominal frequency**

the frequency used to identify the crystal controlled oscillator [IEV 561-04-06]

### 2.2.8

#### **frequency tolerance**

the maximum permissible deviation of the oscillator frequency from a specified nominal value when operating under specified conditions [IEV 561-04-07]

NOTE – Frequency tolerances are often assigned separately to specified ambient effects, namely electrical, mechanical and environmental. When this approach is used, it is necessary to define the values of other operating parameters as well as the range of the specified variable, that is:

- deviation from the frequency at the specified reference temperature due to operation over the specified temperature range, other conditions remaining constant;
- deviation from the frequency at the specified supply voltage due to supply voltage changes over the specified range, other conditions remaining constant;
- deviation from the initial frequency due to ageing, other conditions remaining constant;
- deviation from the frequency with specified load conditions due to changes in load impedance over the specified range, other conditions remaining constant.

In some cases, an overall frequency tolerance may be specified, due to any/all combinations of operating parameters, during a specified lifetime.

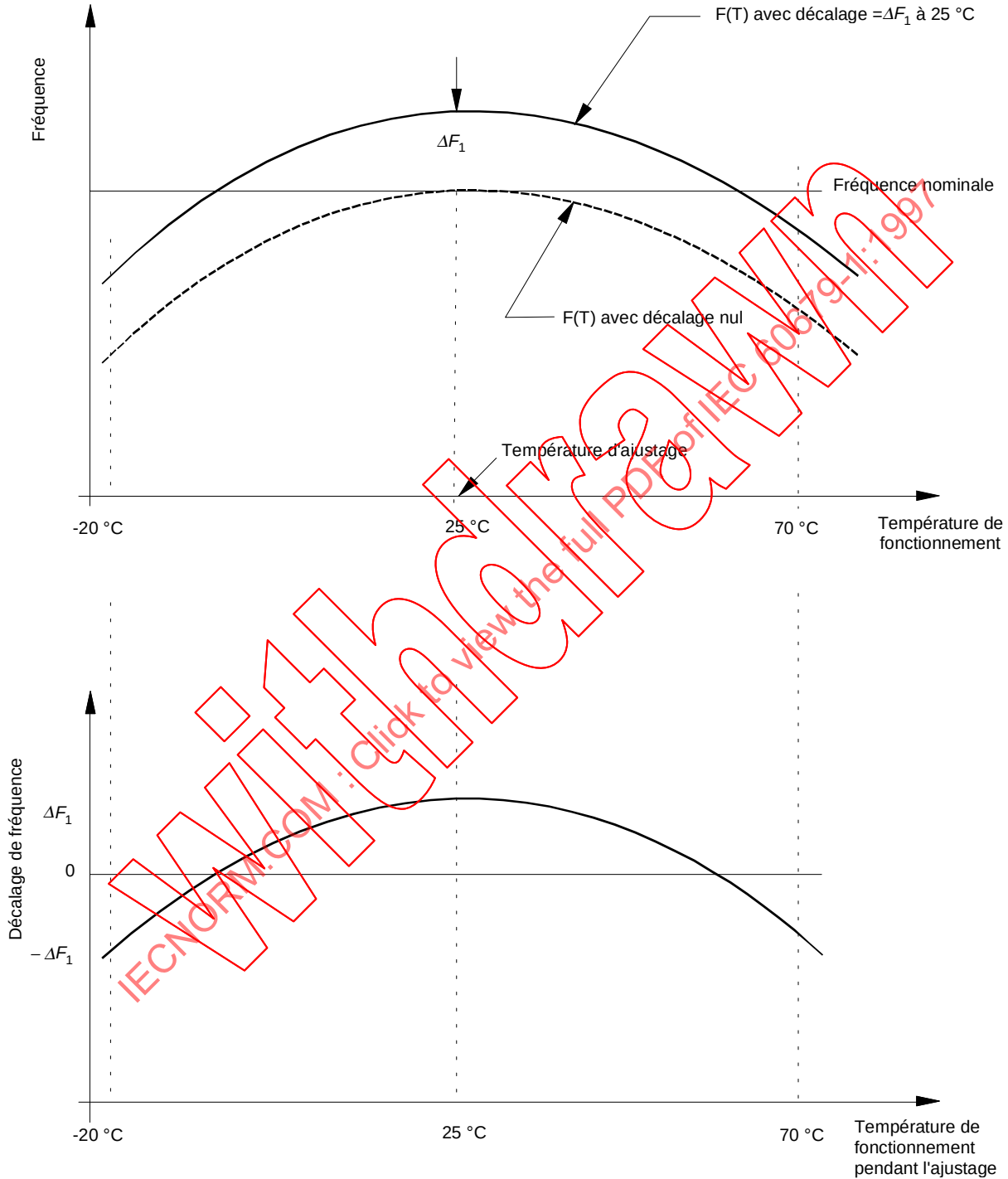
### 2.2.9

#### **frequency offset**

the frequency difference, positive or negative, which should be added to the specified nominal frequency of the oscillator, when adjusting the oscillator frequency under a particular set of operating conditions in order to minimize its deviation from nominal frequency over the specified range of operating conditions [IEV 561-04-08]

**Exemple:**

Afin de minimiser l'écart de fréquence par rapport à la fréquence nominale dans toute la gamme de températures, un décalage de fréquence peut être spécifié pour ajuster la fréquence à la température de référence (voir figure 1).

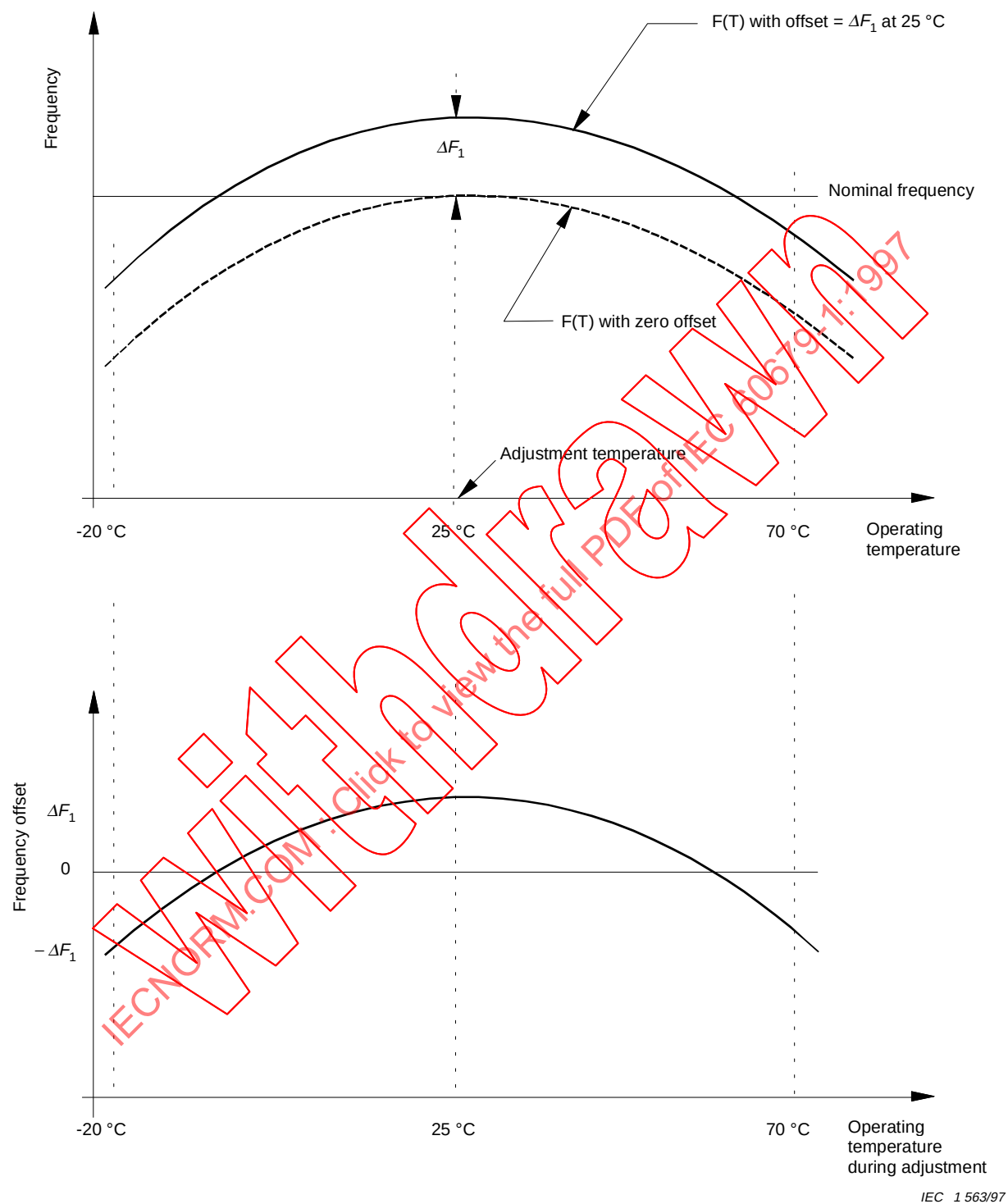


IEC 1563/97

**Figure 1 – Exemple de l'utilisation du décalage de fréquence**

**Example:**

In order to minimize the frequency deviation from nominal over the entire temperature range, a frequency offset may be specified for adjustment at the reference temperature (see figure 1).



IEC 1563/97

**Figure 1 – Example of the use of frequency offset**

## 2.2.10

### **fréquence d'ajustage**

fréquence à laquelle un oscillateur doit être réglé pour une combinaison particulière des conditions de fonctionnement afin de répondre à la spécification de la tolérance de fréquence dans une gamme spécifiée de conditions de fonctionnement: c'est-à-dire, fréquence d'ajustage = fréquence nominale + décalage de fréquence [VEI 561-04-09]

## 2.2.11

### **gamme d'ajustage de la fréquence**

plage dans laquelle la fréquence de l'oscillateur peut être ajustée au moyen d'un élément variable afin de:

- a) caler la fréquence à une valeur particulière, ou
- b) corriger la fréquence de l'oscillateur pour atteindre la valeur prescrite après une dérive due au vieillissement ou à la modification d'autres conditions. [VEI 561-04-10]

## 2.2.12

### **gamme des températures de stockage**

températures minimales et maximales, mesurées sur l'enveloppe et auxquelles l'oscillateur piloté par résonateur à quartz peut être stocké sans détérioration ni dégradation de ses performances

## 2.2.13

### **gamme des températures de fonctionnement**

étendue des températures dans laquelle l'oscillateur doit fonctionner en maintenant la fréquence et les autres caractéristiques du signal de sortie dans les tolérances spécifiées [VEI 561-04-11]

## 2.2.14

### **gamme des températures de service**

étendue des températures dans laquelle l'oscillateur doit continuer à fournir un signal de sortie, mais pas obligatoirement dans les tolérances spécifiées de fréquence, de niveau, de forme d'onde, etc. [VEI 561-04-12]

## 2.2.15

### **température de référence**

température à laquelle certaines caractéristiques de l'oscillateur sont mesurées, normalement  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

## 2.2.16

### **température du point de référence**

température mesurée à un point spécifique de référence de l'oscillateur

## 2.2.17

### **stabilité de la fréquence lors d'une variation transitoire de la température**

temps de réponse thermique de l'oscillateur lorsque la température ambiante a varié d'une température spécifique à une autre avec un taux spécifié

## 2.2.18

### **temps de stabilisation**

temps mesuré à partir de l'application de la tension, requis par un oscillateur piloté par résonateur à quartz pour stabiliser son fonctionnement dans des limites spécifiées [VEI 561-04-13]

## 2.2.19

### **coefficient fréquence/tension**

variation relative de la fréquence de sortie, résultant d'une variation différentielle de la tension d'alimentation, les autres paramètres restant inchangés [VEI 561-04-14]

NOTE – Dans le cas d'un oscillateur à quartz à enceinte à température régulée, un temps considérable peut s'écouler avant que le plein effet d'une variation de la tension d'alimentation puisse être observé, étant donné que la température de l'enceinte peut dériver graduellement vers une nouvelle valeur à la suite de la perturbation de la tension.

**2.2.10****adjustment frequency**

the frequency to which an oscillator must be adjusted, under a particular combination of operating conditions, in order to meet the frequency tolerance specification over the specified range of operating conditions, i.e. adjustment frequency = nominal frequency + frequency offset [IEV 561-04-09]

**2.2.11****frequency adjustment range**

the range over which the oscillator frequency may be varied by means of some variable element, for the purpose of:

- a) setting the frequency to a particular value, or
- b) to correct the oscillator frequency to a prescribed value after deviation due to ageing, or other changed conditions. [IEV 561-04-10]

**2.2.12****storage temperature range**

the minimum and maximum temperatures as measured on the enclosure at which the crystal controlled oscillator may be stored without deterioration or damage to its performance

**2.2.13****operating temperature range**

the range of temperature over which the oscillator will function, maintaining frequency and other output signal characteristics within specified tolerances [IEV 561-04-11]

**2.2.14****operable temperature range**

the range of temperature over which the oscillator will continue to provide an output signal, though not necessarily within the specified tolerances of frequency, level, waveform, etc. [IEV 561-04-12]

**2.2.15****reference temperature**

the temperature at which certain oscillator performance parameters are measured, normally  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

**2.2.16****reference point temperature**

the temperature measured at a specific reference point relative to the oscillator

**2.2.17****thermal transient frequency stability**

the oscillator frequency time response when ambient temperature is changed from one specific temperature to another with a specific rate

**2.2.18****stabilization time**

the time, measured from the initial application of power, required for a crystal controlled oscillator to stabilize its operation within specified limits [IEV 561-04-13]

**2.2.19****frequency/voltage coefficient**

the fractional change in output frequency resulting from an incremental change in supply voltage, other parameters remaining unchanged [IEV 561-04-14]

NOTE – In the case of OCXOs, a considerable time may elapse before the full effect of a supply voltage change is observed, as the temperature of the oven may drift gradually to a new value following the voltage perturbation.

**2.2.20****coefficient fréquence/charge**

variation relative de la fréquence de sortie, résultant d'une variation différentielle de l'impédance de charge, les autres paramètres restant inchangés [VEI 561-04-15]

**2.2.21****stabilité à long terme de la fréquence (vieillessement de fréquence)**

relation entre la fréquence de l'oscillateur et le temps. Cette dérive de fréquence à long terme est causée par des variations séculaires de la structure cristalline du quartz et/ou des variations d'autres éléments de l'oscillateur; il convient de l'exprimer comme une fraction de la variation moyenne de la fréquence pour un intervalle de temps spécifié.

**2.2.22****stabilité à court terme de la fréquence**

fluctuations aléatoires de la fréquence d'un oscillateur sur de courts intervalles de temps [VEI 561-04-16]

**2.2.23****variance d'Allan de la fluctuation relative de fréquence**

estimation non polarisée de la définition préférentielle de la caractéristique de la stabilité à court terme de la fréquence de sortie d'un oscillateur, dans le domaine temps:

$$\sigma_y^2(\tau) \equiv \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} \frac{(Y_{k+1} - Y_k)^2}{2}$$

où

$Y_k$  est la moyenne des fluctuations relatives de fréquence obtenues par mesures successives, sans temps mort systématique entre les mesures;

$\tau$  est le temps d'échantillonnage selon lequel la moyenne des mesures est établie;

$M$  est le nombre de mesures.

La confiance dans l'estimation grandit à mesure que  $M$  augmente.

**2.2.24****fluctuation relative efficace de fréquence**

mesure de la stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur dans le domaine temps, fondée sur les propriétés statistiques d'un certain nombre de mesures de fréquence, chacune représentant une fréquence moyenne dans un intervalle d'échantillonnage spécifié  $\tau$ . La mesure préférée de la fluctuation relative de fréquence est:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{eff}} = \left[ \frac{1}{2(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (Y_{k+1} - Y_k)^2 \right]^{1/2} = [\sigma_y^2(\tau)]^{1/2}$$

**2.2.25****bruit de phase**

mesure de la stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur dans le domaine fréquence, normalement exprimée par la densité spectrale énergétique des fluctuations de phase,  $S_\phi(f)$ , où la fonction fluctuation de phase est  $\phi(t) = 2\pi Ft - 2\pi F_0 t$ . La densité spectrale de fluctuation de la phase peut être directement rapportée à la densité spectrale de fluctuation de fréquence par:

$$S_\phi(f) = \left( \frac{F_0}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ radian}^2 \text{ par hertz}$$

où

$F$  est la fréquence de l'oscillateur;

$F_0$  est la fréquence moyenne de l'oscillateur;

$f$  est la fréquence de Fourier.

**2.2.20****frequency/load coefficient**

the fractional change in output frequency resulting from an incremental change in electrical load impedance, other parameters remaining unchanged [IEV 561-04-15]

**2.2.21****long-term frequency stability (frequency ageing)**

the relationship between oscillator frequency and time. This long-term frequency drift is caused by secular changes in the crystal unit and/or other elements of the oscillator circuit, and should be expressed as fractional change in mean frequency per specified time interval.

**2.2.22****short-term frequency stability**

the random fluctuations of the frequency of an oscillator over short periods of time [IEV 561-04-16]

**2.2.23****Allan variance of fractional frequency fluctuation**

An unbiased estimate of the preferred definition in the time domain of the short-term stability characteristic of the oscillator output frequency:

$$\sigma_y^2(\tau) \cong \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} \frac{(Y_{k+1} - Y_k)^2}{2}$$

where

$Y_k$  are the average fractional frequency fluctuations obtained sequentially, with no systematic dead time between measurements,

$\tau$  is the sample time over which measurement is averaged;

$M$  is the number of measurements.

The confidence on the estimate improves as  $M$  increases.

**2.2.24****RMS fractional frequency fluctuation**

a measure in the time domain of the short-term frequency stability of an oscillator, based on the statistical properties of a number of frequency measurements, each representing an average of the frequency over the specified sampling interval  $\tau$ . The preferred measure of fractional frequency fluctuation is:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{rms}} = \left[ \frac{1}{2(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (Y_{k+1} - Y_k)^2 \right]^{1/2} = [\sigma_y^2(\tau)]^{1/2}$$

**2.2.25****phase noise**

the 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  $\phi(t) = 2\pi Ft - 2\pi F_0 t$ . The spectral density of phase fluctuation can be directly related to the spectral density of frequency fluctuation by:

$$S_\phi(f) = \left( \frac{F_0}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ radian}^2 \text{ per hertz}$$

where

$F$  is the oscillator frequency;

$F_0$  is the average oscillator frequency;

$f$  is the Fourier frequency.

## 2.2.26

### **pureté spectrale**

mesure de la stabilité de fréquence dans le domaine fréquence, généralement représentée par le spectre de la puissance de bruit dans une bande latérale unique exprimée en décibels par rapport à la puissance totale du signal, par hertz de largeur de bande. Elle comprend la puissance de bruit non déterministe, les composantes de distorsion harmonique et les interférences provoquées par une fréquence parasite.

## 2.2.27

### **modulation fortuite de la fréquence**

mesure facultative de la stabilité de fréquence dans le domaine fréquence. La modulation fortuite de la fréquence est mieux décrite en termes de spectre de la bande de base d'un signal obtenu en appliquant le signal de l'oscillateur à un circuit discriminateur idéal de caractéristiques spécifiées. Si la détection de largeur de bande est convenablement spécifiée, la modulation fortuite de fréquence peut être exprimée par une fraction dans une bande de la fréquence de sortie (par exemple  $2 \times 10^{-8}$  eff. dans une bande de 10 kHz).

## 2.2.28

### **distorsion de la modulation d'amplitude**

distorsion non linéaire dans laquelle les valeurs relatives des composantes du spectre de la forme d'onde du signal de modulation sont modifiées. Cette distorsion est également désignée par les termes distorsion de fréquence, distorsion d'amplitude et distorsion amplitude/fréquence.

## 2.2.29

### **linéarité de l'écart de modulation de la fréquence**

mesure de la caractéristique de transfert d'un système de modulation comparée à une fonction idéale (ligne droite), habituellement exprimée par une non-linéarité admissible en pourcentage de la totalité d'un écart spécifié. La non-linéarité de l'écart de modulation peut être aussi exprimée en termes de distorsion permise des signaux de la bande de base produits par le dispositif de modulation (exemple: intermodulation et produits de distorsion harmonique n'excédant pas –40 dB par rapport à la puissance du signal de modulation).

**2.2.26****spectral purity**

the measure of frequency stability in the frequency domain usually represented as the signal side noise power spectrum expressed in decibels relative to total signal power, per hertz bandwidth. It includes non-deterministic noise power, harmonic distortion components and spurious single frequency interferences.

**2.2.27****incidental frequency modulation**

the optional measure of frequency stability in the frequency domain. Incidental frequency modulation is best described in terms of the spectrum of the resultant base-band signal obtained by applying the oscillator signal to an ideal discriminator circuit of specified characteristics. If the detection bandwidth is adequately specified, the incidental frequency modulation may be expressed as a fractional proportion of the output frequency (for example  $2 \times 10^{-8}$  r.m.s. in a 10 kHz band).

**2.2.28****amplitude modulation distortion**

the non-linear distortion in which the relative magnitudes of the spectral components of the modulating signal waveform are modified. It is also commonly known as frequency distortion, amplitude distortion and amplitude/frequency distortion.

**2.2.29****linearity of frequency modulation deviation**

measure of the transfer characteristic of a modulation system as compared to an ideal (straight line) function, usually expressed as an allowable non-linearity in per cent of the specified full range deviation. Modulation linearity can also be expressed in terms of the permissible distortion of base-band signals produced by the modulation device (for example, intermodulation and harmonic distortion products not to exceed –40 dB relative to the total modulating signal power).

### Exemple:

La figure 2 présente la courbe de fréquence de sortie d'un oscillateur modulé typique, spécifié pour avoir une caractéristique de modulation de 133,3 Hz/V dans une gamme de  $\pm 3$  V, avec une non-linéarité permise de  $\pm 5$  %. La courbe D est la caractéristique réelle comparée à la caractéristique idéale (courbe A) et aux limites (courbes B et C).

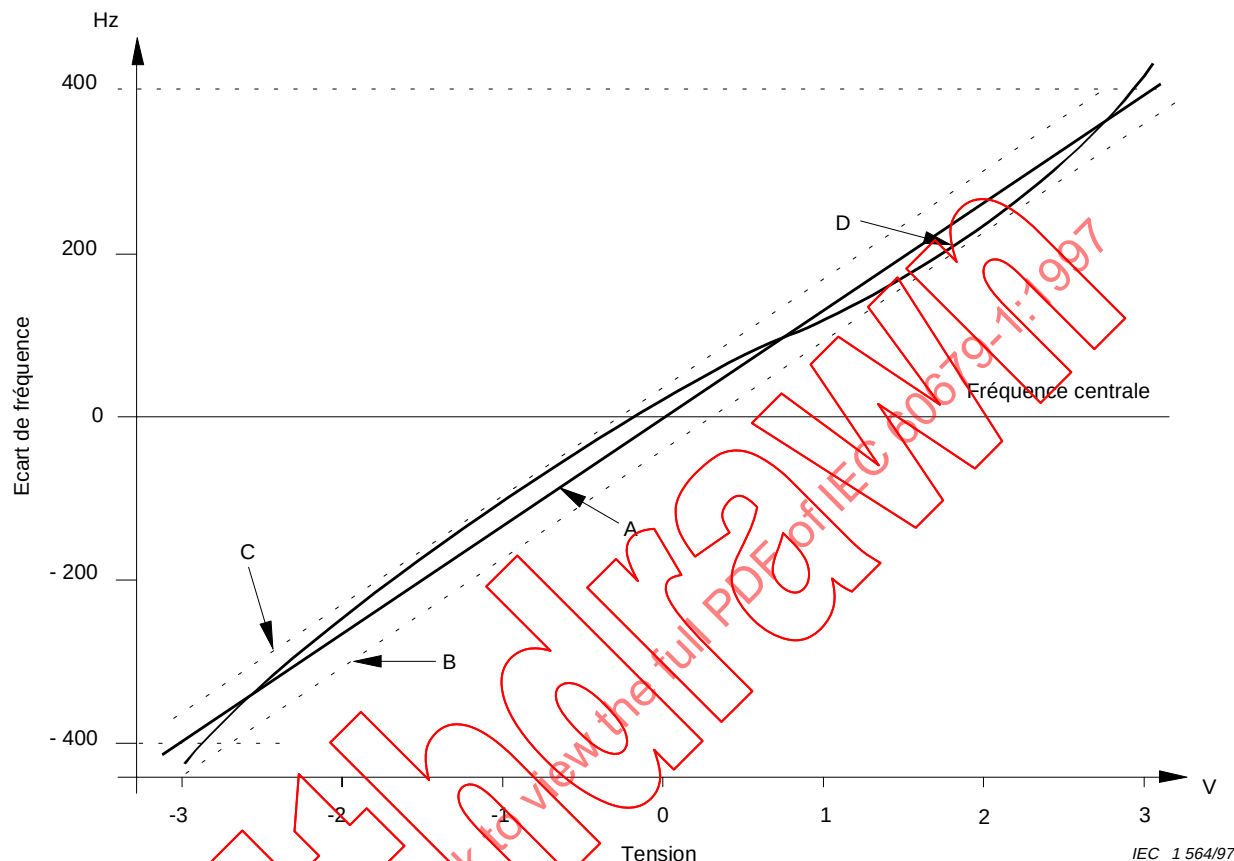


Figure 2 – Caractéristiques de fluctuation typique de fréquence

### 2.2.30

#### distorsion harmonique

distorsion non linéaire caractérisée par la génération de composantes indésirables du spectre, liées de façon harmonique au signal de sortie souhaité. Chaque composante harmonique est habituellement exprimée par le rapport (en décibels) entre sa puissance et celle du signal fondamental.

### 2.2.31

#### oscillations parasites

composantes discrètes du spectre apparaissant à la sortie d'un oscillateur et liées de façon non harmonique à la fréquence souhaitée. Ces composantes peuvent apparaître comme des bandes symétriques ou comme composantes d'une seule bande du spectre, selon le mode de génération. Les composantes parasites du spectre de sortie sont habituellement exprimées par le rapport de puissance (en décibels) entre sa puissance et celle du signal de sortie.

### 2.2.32

#### durée d'une impulsion

intervalle de temps entre le début et la fin d'impulsion (voir figure 3) [CEI 60469-1]

**Example:**

Figure 2 is a plot of the output frequency of a typical modulated oscillator specified to have a modulation characteristic of 133,3 Hz/V over a range of  $\pm 3$  V, with an allowed non-linearity of  $\pm 5$  %. Curve D is the actual characteristic compared with the ideal (curve A) and the limits (curves B and C).

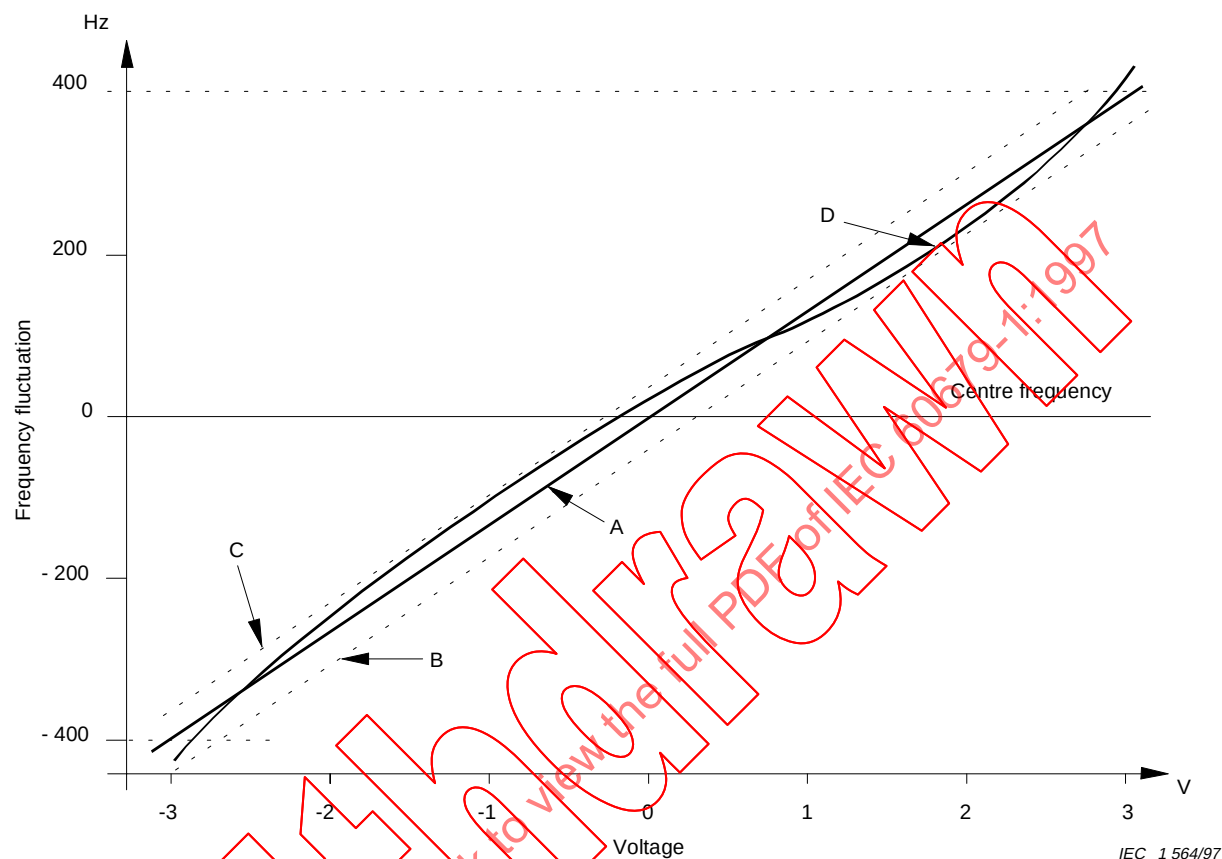


Figure 2 – Typical frequency fluctuation characteristics

**2.2.30****harmonic distortion**

the non-linear distortion characterized by the generation of undesired spectral components harmonically related to the desired signal frequency. Each harmonic component is usually expressed as a power ratio (in decibels) relative to the output power of the desired signal.

**2.2.31****spurious oscillations**

the discrete frequency spectral components, non-harmonically related to the desired output frequency, appearing at the output terminal of an oscillator. These components may appear as symmetrical sidebands or as signal spectral components, depending upon the mode of generation. Spurious components in the output spectrum are usually expressed as a power ratio (in decibels) with respect to the output signal power.

**2.2.32****pulse duration**

the duration between pulse start time and pulse stop time (see figure 3) [IEC 60469-1]

### 2.2.33

#### temps de montée

intervalle de temps requis pour que le flanc de montée d'une onde varie entre deux niveaux définis. Ces deux niveaux peuvent être les deux niveaux logiques transitoires  $V_{OL}$  et  $V_{OH}$  ou 10 % à 90 % de l'amplitude maximale de l'onde ( $V_{HI} - V_{LO}$ ), ou tout autre rapport défini dans la spécification particulière (voir figure 3).

où

$V_{OL}$  est le niveau bas de la tension de sortie;

$V_{OH}$  est le niveau haut de la tension de sortie;

$V_{HI}$  est la tension supérieure de la partie plate de la forme d'onde;

$V_{LO}$  est la tension inférieure de la partie plate de la forme d'onde.

### 2.2.34

#### temps de descente

intervalle de temps requis pour que le flanc de descente d'une onde varie entre deux niveaux définis. Ces niveaux pourraient être deux niveaux logiques  $V_{OH}$  et  $V_{OL}$  ou 90 % à 10 % de l'amplitude maximale de l'onde ( $V_{HI} - V_{LO}$ ), ou tout autre rapport défini dans la spécification particulière (voir figure 3).

### 2.2.35

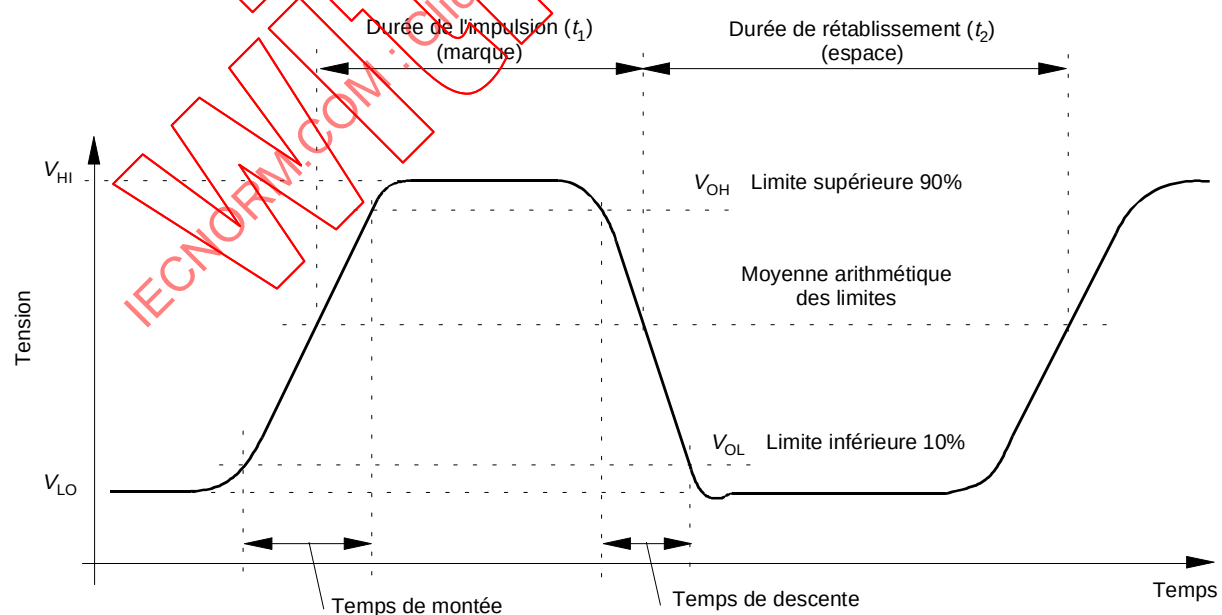
#### sortie à trois positions

étape de sortie qui peut être activée ou désactivée en appliquant un signal d'entrée de contrôle. En mode désactivé l'impédance de sortie de la porte s'établit à un niveau élevé, ce qui permet l'application de signaux d'essai aux étages suivants.

### 2.2.36

#### symétrie (facteur de forme ou rapport marque/espace)

rapport entre le temps ( $t_1$ ) pendant lequel la tension de sortie est au-dessus d'un niveau spécifié et le temps ( $t_2$ ) pendant lequel elle est en dessous, en pourcentage de la période complète du signal. Le niveau spécifié peut être la moyenne arithmétique des niveaux  $V_{OL}$  et  $V_{OH}$  ou 50 % de l'amplitude crête à crête (voir figure 3).



IEC 1565/97

Figure 3 – Caractéristiques de l'onde de sortie

**2.2.33****rise time**

the time interval required for the leading edge of a waveform to change between two defined levels. These levels may be two logic levels  $V_{OL}$  and  $V_{OH}$  or 10 % to 90 % of its maximum amplitude ( $V_{HI} - V_{LO}$ ), or any other ratio defined in the detail specification (see figure 3).

where

$V_{OL}$  is the low level output voltage;

$V_{OH}$  is the high level output voltage;

$V_{HI}$  is the upper flat voltage of the pulse waveform;

$V_{LO}$  is the low flat voltage of the pulse waveform.

**2.2.34****decay (or fall) time**

the time interval required for the trailing edge of a waveform to change between two defined levels. These levels may be two logic levels  $V_{OH}$  and  $V_{OL}$  or 90 % to 10 % of its maximum amplitude ( $V_{HI} - V_{LO}$ ), or any other ratio as defined in the detail specification (see figure 3).

**2.2.35****tri-state output**

an output stage which may be enabled or disabled by the application of an input control signal. In the disable mode the output impedance of the gate is set to a high level permitting the application of test signals to following stages.

**2.2.36****symmetry (mark/space ratio or duty cycle)**

the ratio between the time ( $t_1$ ), in which the output voltage is above a specified level, and the time ( $t_2$ ), in which the output voltage is below the specified level, in percent of the duration of the full signal period. The specified level may be the arithmetic mean between levels  $V_{OL}$  and  $V_{OH}$ , or 50 % of the peak-to-peak amplitude (see figure 3).

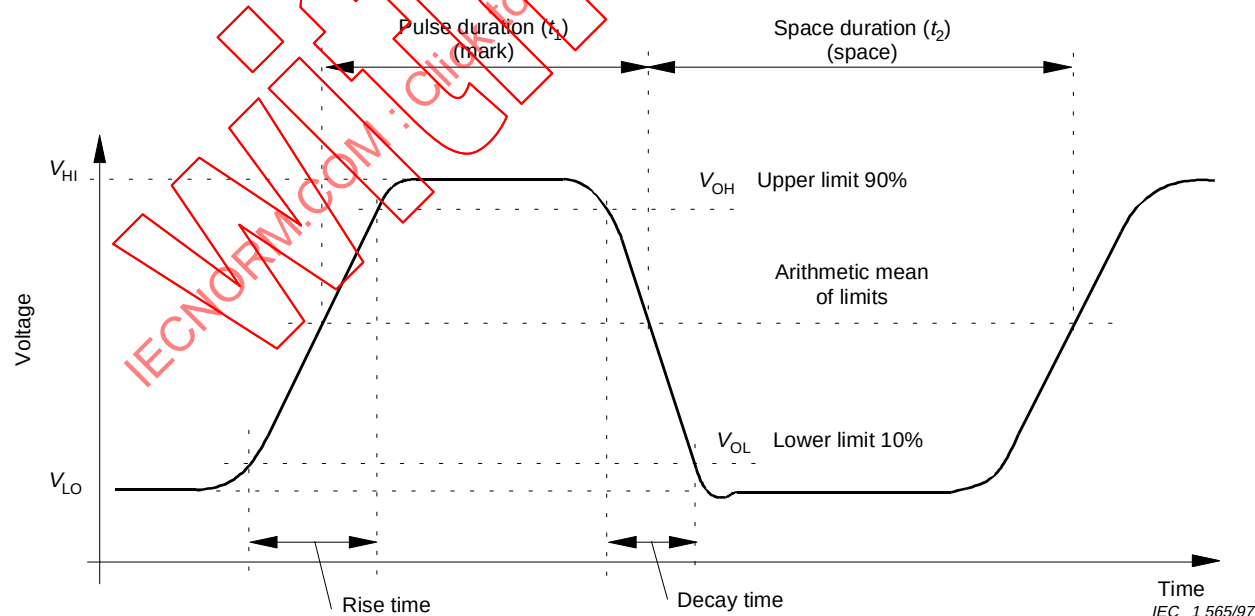


**Figure 3 – Characteristics of an output waveform**

Le rapport est exprimé comme suit:

$$\frac{100 t_1}{t_1 + t_2} : \frac{100 t_2}{t_1 + t_2}$$

### 2.2.37

#### caractéristiques de retraçabilité

possibilité de l'oscillateur de revenir, à la suite d'une période de temps spécifiée, à la fréquence stabilisée antérieurement à la suite d'une période dans des conditions sous tension

### 2.2.38

#### temps de démarrage

intervalle de temps  $t_{SU}$  entre l'application de la tension d'alimentation de l'oscillateur et le temps où le signal r.f. de sortie de la fréquence désirée contrôlé par le résonateur à quartz répond aux exigences spécifiques définies ci-dessous

a) Forme quasi sinusoïdale

L'enveloppe de signal atteint 90 % de l'amplitude crête à crête en régime établi (voir figure 15).

b) Forme impulsionnelle

La séquence de l'impulsion de sortie est périodique, proche de la fréquence en régime établi, alors que son niveau bas  $V_{LO}$  demeure inférieur à  $V_{OL}$ , et son niveau haut  $V_{HI}$  demeure supérieur à  $V_{OH}$ ,  $V_{OH}$  et  $V_{OL}$  étant définis par le type de circuit logique utilisé.

#### Précaution

Le signal de sortie peut générer des parasites avant l'apparition du signal en régime établi.

## 2.3 Valeurs et caractéristiques préférentielles

De préférence, il convient de choisir les valeurs parmi celles spécifiées dans les paragraphes suivants, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

### 2.3.1 Catégorie climatique (40/085/56)

Lorsque la température de fonctionnement de l'oscillateur est au-delà des limites de  $-40\text{ °C}$  à  $+85\text{ °C}$ , une catégorie climatique adaptée au domaine de fonctionnement de l'oscillateur doit être spécifiée.

### 2.3.2 Sévérité des secousses

$(4\,000 \pm 10)$  secousses avec une accélération crête de  $400\text{ m/s}^2$  dans chaque direction selon trois axes mutuellement perpendiculaires (voir 4.6.6). Durée de l'impulsion: 6 ms.

The ratio is expressed as:

$$\frac{100 t_1}{t_1 + t_2} : \frac{100 t_2}{t_1 + t_2}$$

### 2.2.37

#### retrace characteristics

the ability of an oscillator to return, after a specified time period, to a previously stabilised frequency, following a period in the energised condition

### 2.2.38

#### start-up time

the time difference  $t_{SU}$  between the application of the supply voltage to the oscillator and the time when the r.f. output signal of desired frequency controlled by the quartz resonator fulfils specific conditions which are given below

##### a) Quasi-sinusoidal waveforms

The signal envelope is 90 % of the steady-state peak-to-peak amplitude (see figure 15).

##### b) Pulse waveforms

The output pulse sequence is periodical near the steady-state frequency while its low level  $V_{LO}$  remains below  $V_{OL}$  and its high level  $V_{HI}$  exceeds  $V_{OH}$  permanently, where  $V_{OH}$  and  $V_{OL}$  are defined by the applicable logic family.

#### Precaution

The output signal may show spurious oscillations prior to the appearance of the steady-state signal.

## 2.3 Preferred values for ratings and characteristics

Values should be preferably chosen from the following paragraphs, unless otherwise stated in the detail specification.

### 2.3.1 Climatic category (40/085/56)

For requirements where the operating temperature range of the quartz crystal controlled oscillator is greater than  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a climatic category consistent with the operating temperature range shall be specified.

### 2.3.2 Bump severity

(4 000  $\pm$  10) bumps at 400 m/s<sup>2</sup> peak acceleration in each direction along three mutually perpendicular axes (see 4.6.6). Pulse duration: 6 ms.

### 2.3.3 Sévérité des vibrations

Vibrations sinusoïdales

10 Hz à 55 Hz  
amplitude de déplacement 0,75 mm  
(valeur crête)

55 Hz à 500 Hz  
ou 55 Hz à 2 000 Hz  
amplitude d'accélération 100 m/s<sup>2</sup>  
(valeur crête)

10 Hz à 55 Hz  
amplitude de déplacement 1,5 mm  
(valeur crête)

55 Hz à 2 000 Hz  
amplitude d'accélération 200 m/s<sup>2</sup>  
(valeur crête)

30 min dans chacun des  
trois axes perpendiculaires à  
1 octave/min (voir 4.6.7)

30 min dans chacun des  
trois axes perpendiculaires à  
1 octave/min (voir 4.6.7)

Vibrations aléatoires

(19,2 m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz entre 20 Hz et 2 000 Hz  
accélération 196 m/s<sup>2</sup>  
ou  
(48 m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz entre 20 Hz et 2 000 Hz  
accélération 314 m/s<sup>2</sup>

30 min dans chacun des  
trois axes perpendiculaires à  
1 octave/min (voir 4.6.7)

### 2.3.4 Sévérité des chocs

1 000 m/s<sup>2</sup> d'accélération crête pendant 6 ms; trois chocs dans chaque direction le long de  
trois axes perpendiculaires entre eux (voir 4.6.8), forme d'onde demi-sinusoïde, sauf  
prescription contraire dans la spécification particulière.

### 2.3.5 Taux de fuite

10<sup>-1</sup> Pa cm<sup>3</sup>/s (10<sup>-6</sup> bar cm<sup>3</sup>/s)

10<sup>-3</sup> Pa cm<sup>3</sup>/s (10<sup>-8</sup> bar cm<sup>3</sup>/s)

## 2.4 Marquage

**2.4.1** L'oscillateur piloté par quartz doit être clairement et durablement marqué (voir 4.6.21)  
des points a) à g) suivants et autant des autres points qu'il est nécessaire:

- a) désignation du type comme défini dans la spécification particulière;
- b) fréquence nominale en kilohertz ou mégahertz;
- c) année et semaine de fabrication;
- d) marque de conformité, sauf si un certificat de conformité est utilisé;
- e) code d'identification de l'usine;
- f) nom du fabricant ou marque commerciale;
- g) identification des sorties;
- h) désignation des connexions électriques;
- j) tension d'alimentation et polarité (si applicable);
- k) numéro de série (si applicable).

Lorsque la surface disponible des oscillateurs miniatures limite le marquage, la spécification  
particulière donnera les instructions particulières.

### 2.3.3 Vibration severity

#### Sinusoidal

10 Hz to 55 Hz  
0,75 mm displacement amplitude  
(peak value)

30 min in each of three mutually  
perpendicular axes at 1 octave/min  
(see 4.6.7)

55 Hz to 500 Hz  
or 55 Hz to 2 000 Hz  
100 m/s<sup>2</sup> acceleration amplitude  
(peak value)

10 Hz to 55 Hz  
1,5 mm displacement amplitude  
(peak value)

30 min in each of three mutually  
perpendicular axes at 1 octave/min  
(see 4.6.7)

55 Hz to 2 000 Hz  
200 m/s<sup>2</sup> acceleration amplitude  
(peak value)

#### Random

(19,2 m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz between 20 Hz  
and 2 000 Hz  
196 m/s<sup>2</sup> acceleration  
or  
(48 m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz between 20 Hz  
and 2 000 Hz  
314 m/s<sup>2</sup> acceleration

30 min in each of three mutually  
perpendicular axes at 1 octave/min  
(see 4.6.7)

### 2.3.4 Shock severity

1 000 m/s<sup>2</sup> peak acceleration for 6 ms duration; three shocks in each direction along three mutually perpendicular axes (see 4.6.8), half-sine pulse, unless otherwise stated in the detail specification.

### 2.3.5 Leak rate

10<sup>-1</sup> Pa cm<sup>3</sup>/s (10<sup>-6</sup> bar cm<sup>3</sup>/s)

10<sup>-3</sup> Pa cm<sup>3</sup>/s (10<sup>-8</sup> bar cm<sup>3</sup>/s)

## 2.4 Marking

**2.4.1** The quartz crystal controlled oscillator shall be clearly and durably marked (see 4.6.21) with items a) to g) below, and with as many of the remaining items as considered necessary:

- a) type designation as defined in the detail specification;
- b) nominal frequency in kilohertz or megahertz;
- c) year and week of manufacture;
- d) mark of conformity (unless a certificate of conformity is used);
- e) factory identification code;
- f) manufacturer's name or trade mark;
- g) terminal identification;
- h) designation of electrical connections;
- j) power supply voltage and polarity (if applicable);
- k) serial number (if applicable).

Where the available surface area of miniature quartz crystal controlled oscillators imposes practical limits in the amount of marking, instructions on the marking to be applied shall be given in the detail specification.

**2.4.2** L'emballage primaire de l'oscillateur ou des oscillateurs doit comporter de façon lisible des données suffisantes pour identifier l'oscillateur selon la liste donnée en 2.4.1 à l'exception du point g) et, si nécessaire, l'identification «Composant sensible aux décharges électrostatiques» (ESD).

### **3 Procédures d'assurance de la qualité**

Il existe deux méthodes pour l'assurance de la qualité des oscillateurs pilotés par quartz: l'homologation et l'agrément de savoir-faire.

#### **3.1 Etape initiale de fabrication**

L'étape initiale de fabrication pour les oscillateurs pilotés par quartz, conformément à 11.1.1 de la CEI QC 001002, est:

- a) pour les oscillateurs incorporant un résonateur à quartz en boîtier scellé:
  - l'assemblage de l'oscillateur piloté par quartz;
- b) pour les oscillateurs incorporant un résonateur à quartz sans boîtier:
  - la finition de surface de la lame de quartz et l'assemblage de l'oscillateur.

NOTE – La finition de surface de la lame de quartz peut être l'une des opérations suivantes: rodage, polissage; usinage; nettoyage dans le cas des lames polies.

#### **3.2 Modèles associables**

L'association des modèles des oscillateurs pilotés par quartz en vue de l'homologation, de l'agrément de savoir-faire et du contrôle de conformité de la qualité doit être prescrite dans la spécification intermédiaire concernée.

#### **3.3 Sous-traitance**

Les procédures de sous-traitance doivent être conformes à 11.1.2 de la CEI QC 001002.

Il ne doit pas y avoir de sous-traitance après assemblage du résonateur au circuit électronique sauf si le résonateur à quartz est hermétiquement fermé, dans ce cas la fermeture définitive est autorisée.

#### **3.4 Composants incorporés**

Lorsque le composant final comporte des composants qui sont couverts par la spécification générique de la CEI, ces composants doivent être produits en utilisant les procédures normales de la CEI pour l'acceptation.

Lorsque les composants incorporés ne sont pas produits en utilisant la spécification particulière de la CEI, le contrôleur autorisé du fabricant doit contrôler la qualité en utilisant

- la spécification d'acquisition couvrant tous les aspects nécessaires pour garantir leur comportement satisfaisant comme partie du produit complet,
- un programme d'essais adéquat avec l'enregistrement des résultats,
- des procédures de contrôle d'entrées suffisantes pour assurer la continuité des performances du produit final.

#### **3.5 Agrément du fabricant**

Pour obtenir cet agrément le fabricant doit satisfaire aux exigences de 10.2 de la CEI QC 001002.

**2.4.2** The primary packaging containing the quartz crystal controlled oscillator(s) shall be clearly marked with the information listed in 2.4.1 except item g) and electrostatic sensitive device (ESD) identification, where necessary.

### **3 Quality assessment procedures**

Two methods are available for the approval of quartz crystal controlled oscillators of assessed quality. They are qualification approval and capability approval.

#### **3.1 Primary stage of manufacture**

The primary stage of manufacture for a quartz crystal controlled oscillator in accordance with 11.1.1 of IEC QC 001002 shall be as follows:

- a) for oscillators incorporating a sealed crystal unit:
  - the assembly of the quartz crystal controlled oscillator;
- b) for oscillators incorporating an unencapsulated crystal unit:
  - the final surface finishing of the crystal element in addition to the assembly of the oscillator.

NOTE – The final surface finishing of the crystal element could be any of the following operations: lapping; polishing; etching; cleaning, in the case of polished plates.

#### **3.2 Structurally similar components**

The grouping of structurally similar crystal controlled oscillators for the purpose of qualification approval, capability approval and quality conformance inspection shall be prescribed in the relevant sectional specification.

#### **3.3 Subcontracting**

These procedures shall be in accordance with 11.1.2 of IEC QC 001002.

There shall be no subcontracting after the assembly of the crystal to the electronic circuit, except in the case of sealed crystal units, where the sealing of the final enclosure of the oscillator may be permitted.

#### **3.4 Incorporated components**

Where the final component contains components of a kind covered by a generic specification in the IEC series, these shall be produced using the normal IEC release procedures.

Where the contained components are not produced to an IEC detail specification, the approved manufacturer's chief inspector shall verify their quality by the use of

- a procurement specification covering all aspects necessary to ensure their satisfactory performance as part of the final product,
- an adequate approval test programme maintaining a record of results,
- sufficient goods inward inspection procedures to ensure continued satisfactory performance of the final product.

#### **3.5 Manufacturer's approval**

To obtain manufacturer's approval the manufacturer shall meet the requirements of 10.2 of IEC QC 001002.

### 3.6 Procédures d'agrément

#### 3.6.1 Généralités

Pour l'assurance de la qualité des oscillateurs pilotés par quartz, on peut utiliser soit l'agrément de savoir-faire, soit l'homologation. Ces procédures doivent être conformes à celles stipulées dans la CEI QC 001001 et la CEI QC 001002.

#### 3.6.2 Agrément de savoir-faire

L'agrément de savoir-faire est approprié lorsque les oscillateurs pilotés par quartz associables, basés sur des règles de conception communes, sont fabriqués selon un groupe de procédés de fabrication communs.

Dans le cadre de l'agrément de savoir-faire, trois catégories de spécifications particulières peuvent être mises en oeuvre.

##### a) Pour les composants pour agrément de savoir-faire (CQC)

Une spécification particulière doit être établie pour chacun des composants avec l'accord de l'ONS. Elle doit identifier le but du CQC et inclure tous les niveaux de contraintes et limites d'essai le concernant.

##### b) Pour les produits sur catalogue

Quand un composant couvert par l'agrément de savoir-faire est destiné à être proposé en tant que produit sur catalogue, une spécification particulière doit être écrite en conformité avec la spécification particulière cadre. De telles spécifications doivent être enregistrées par le IECQ et le composant peut être introduit dans la CEI QC 001005.

##### c) Pour les oscillateurs pilotés par quartz fabriqués à la demande.

Le contenu de la spécification particulière doit être établi par accord entre le fabricant et le client selon 11.7.4.2 de la CEI QC 001002.

On trouvera des informations complémentaires sur les spécifications particulières dans la spécification intermédiaire CEI 60679-4.

Le produit et les composants pour agrément de savoir-faire (CQC) subissent les essais en combinaison et selon l'agrément accordé à une entreprise sur la base de règles de conception, de processus de fabrication et de procédures de contrôle de qualité validées. Des informations complémentaires sont données en 3.7 et dans la spécification intermédiaire CEI 60679-4.

#### 3.6.3 Homologation

L'homologation est appropriée pour les composants fabriqués selon une conception normalisée et un processus de fabrication établi, conformément à une spécification particulière publiée.

Le programme d'essais défini dans la spécification particulière pour un niveau de sévérité et une assurance de qualité appropriés s'applique directement aux oscillateurs pilotés par quartz à homologuer, comme prescrit en 3.8 et dans la spécification intermédiaire CEI 60679-5.

### 3.7 Procédures pour l'agrément de savoir-faire

#### 3.7.1 Généralités

Les procédures pour l'agrément de savoir-faire doivent être conformes à la CEI QC 001002.

#### 3.7.2 Aptitude à l'agrément de savoir-faire

Le fabricant doit satisfaire aux exigences de 11.1 de la CEI QC 001002 et à celles liées à l'étape initiale de fabrication définie en 3.1 de cette spécification générique.

### 3.6 Approval procedures

#### 3.6.1 General

To qualify a quartz crystal controlled oscillator, either capability approval or qualification approval procedures may be used. These procedures conform to those stated in IEC QC 001001 and IEC QC 001002.

#### 3.6.2 Capability approval

Capability approval is appropriate when structurally similar quartz crystal controlled oscillators based on common design rules, are fabricated by a group of common processes.

Under capability approval, detail specifications fall into the following three categories.

a) Capability qualifying components (CQCs)

A detail specification shall be prepared for each CQC as agreed with the NSI. It shall identify the purpose of the CQC and include all relevant stress levels and test limits.

b) Standard catalogue items

When a component covered by the capability approval procedure is intended to be offered as a standard catalogue item, a detail specification complying with the blank detail specification shall be written. Such specifications shall be registered by the IECQ and the component may be listed in IEC QC 001005.

c) Custom built quartz controlled oscillators.

The contents of the detail specification shall be by agreement between the manufacturer and the customer in accordance with 11.7.4.2 of IEC QC 001002.

Further information on detail specifications is contained in the sectional specification IEC 60679-4.

The product and capability qualifying components (CQCs) are tested in combination and approval given to a manufacturing facility on the basis of validated design rules, processes and quality control procedures. Further information is given in 3.7 and in the sectional specification IEC 60679-4.

#### 3.6.3 Qualification approval

Qualification approval is appropriate for components manufactured to a standard design and established production process and conforming to a published detail specification.

The programme of tests defined in the detail specification for the appropriate assessment and severity level applies directly to the quartz crystal controlled oscillator to be qualified, as prescribed in 3.8 and the sectional specification IEC 60679-5.

### 3.7 Procedures for capability approval

#### 3.7.1 General

The procedures for capability approval shall be in accordance with IEC QC 001002.

#### 3.7.2 Eligibility for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of 11.1 of IEC QC 001002 and the primary stage of manufacture as defined in 3.1 of this generic specification.

### **3.7.3 Demande d'agrément de savoir-faire**

Pour obtenir l'agrément de savoir-faire le fabricant doit appliquer les règles de procédure définies en 11.7 de la CEI QC 001002.

### **3.7.4 Obtention de l'agrément de savoir-faire**

L'agrément de savoir-faire est accordé à un fabricant lorsque les procédures en conformité avec 11.7 de la CEI QC 001002 ont été effectuées avec succès.

### **3.7.5 Manuel de savoir-faire**

Le manuel de savoir-faire doit être établi en conformité avec les exigences de la spécification intermédiaire.

Le manuel de savoir-faire est un document confidentiel et doit être traité comme tel par l'ONS. Le fabricant peut, s'il le désire, en divulguer le tout ou une partie à une tierce personne.

## **3.8 Procédures pour l'homologation**

### **3.8.1 Généralités**

Les procédures pour l'homologation doivent être conformes à la CEI QC 001002.

### **3.8.2 Agrément du fabricant**

Le fabricant doit satisfaire aux exigences de 11.1 de la CEI QC 001002 et à celles liées à l'étape initiale de fabrication définie en 3.1 de cette spécification générique.

### **3.8.3 Demande d'homologation**

Pour obtenir l'homologation le fabricant doit appliquer les règles de procédure définies en 11.2 de la CEI QC 001002.

### **3.8.4 Obtention de l'homologation**

L'homologation doit être accordée lorsque les procédures en conformité avec 11.3 de la CEI QC 001002 ont été effectuées avec succès.

### **3.8.5 Contrôle de conformité de la qualité**

Le programme d'essais pour le contrôle de conformité de la qualité doit être prescrit dans la spécification particulière cadre associée à la spécification intermédiaire.

## **3.9 Méthodes d'essai**

Les méthodes d'essai à utiliser doivent être choisies dans cette spécification générique. Au cas où un essai prescrit ne s'y trouverait pas, il est nécessaire de le définir dans la spécification particulière.

### **3.10 Exigences de sélection**

Quand la sélection est requise par le client pour les oscillateurs pilotés par quartz, cela doit être spécifié dans la spécification particulière.

### **3.7.3 Application for capability approval**

In order to obtain capability approval the manufacturer shall apply the rules of procedure given in 11.7 of IEC QC 001002.

### **3.7.4 Granting of capability approval**

Capability approval shall be granted when the procedures in accordance with 11.7 of IEC QC 001002 have been successfully completed.

### **3.7.5 Capability manual**

The contents of the capability manual shall be in accordance with the requirements of the sectional specification.

The NSI shall treat the capability manual as a confidential document. The manufacturer may, if he so wishes, disclose part or all of it to a third party.

## **3.8 Procedures for qualification approval**

### **3.8.1 General**

The procedures for qualification approval shall be in accordance with IEC QC 001002.

### **3.8.2 Eligibility for qualification approval**

The manufacturer shall comply with the requirements of 11.1 of IEC QC 001002 and the primary stage of manufacture as defined in 3.1 of this generic specification.

### **3.8.3 Application for qualification approval**

In order to obtain qualification approval the manufacturer shall apply the procedures given in 11.2 of IEC QC 001002.

### **3.8.4 Granting of qualification approval**

Qualification approval shall be granted when the procedures in accordance with 11.3 of IEC QC 001002 have been successfully completed.

### **3.8.5 Quality conformance inspection**

The blank detail specification associated with the sectional specification shall prescribe the test schedule for quality conformance inspection.

## **3.9 Test procedures**

The test procedures to be used shall be selected from this generic specification. If any required test is not included, then it shall be defined in the detail specification.

### **3.10 Screening requirements**

Where screening is required by the customer for quartz crystal controlled oscillators, this shall be specified in the detail specification.

### **3.11 Travaux de retouche et de réparation**

#### **3.11.1 Retouche**

La retouche est la correction d'un défaut dû à une erreur dans le processus de fabrication; elle ne doit pas être effectuée si la spécification intermédiaire l'interdit. La spécification intermédiaire doit indiquer s'il y a une restriction quant au nombre de fois où une retouche peut être effectuée sur un composant spécifique.

Toute retouche doit être effectuée avant la formation du lot de contrôle présenté pour l'exécution des contrôles prescrits dans la spécification particulière.

Les procédures de retouche doivent être entièrement décrites dans les documents concernés du fabricant et doivent être effectuées sous la responsabilité directe du contrôleur. La sous-traitance des retouches n'est pas autorisée.

#### **3.11.2 Réparation**

La réparation est la correction d'un défaut décelé sur un composant après livraison au client.

Les composants qui ont été réparés ne peuvent plus être considérés comme étant représentatifs de la production du fabricant et sont exclus du système IECQ.

### **3.12 Rapports certifiés d'essai**

Les exigences de l'article 14 de la CEI QC 001002 s'appliquent. Lorsque les rapports certifiés d'essai (RCE) sont exigés dans la spécification intermédiaire pour l'homologation et sont demandés par le client, les résultats des essais spécifiés doivent être condensés.

### **3.13 Validité de livraison**

Les oscillateurs pilotés par quartz conservés au-delà de deux ans après avoir été acceptés doivent subir à nouveau les essais électriques détaillés en 4.5.4 et 4.5.17, et inclure un échantillon essayé comme indiqué en 4.6.3.1 avant de pouvoir être livrés.

### **3.14 Acceptation pour livraison**

Les oscillateurs pilotés par quartz doivent être acceptés pour livraison en conformité avec 12.5 de la CEI QC 001002.

### **3.15 Paramètres non contrôlés**

Seuls les paramètres d'un composant spécifiés dans la spécification particulière et qui ont été vérifiés peuvent être considérés comme étant dans les limites spécifiées. On ne peut assurer qu'un paramètre non spécifié restera inchangé d'un composant à un autre. S'il apparaît nécessaire pour une raison quelconque qu'un paramètre supplémentaire soit vérifié, il convient d'utiliser une nouvelle spécification particulière élargie. La ou les méthodes d'essais complémentaires doivent être entièrement décrites et les limites, NQA et niveaux de contrôle appropriés doivent être spécifiés.

## **4 Procédures d'essai et de mesure**

### **4.1 Généralités**

Les procédures d'essai et de mesure doivent être effectuées conformément à la spécification particulière applicable.

### **3.11 Rework and repair work**

#### **3.11.1 Rework**

Rework is the rectification of processing errors and shall not be carried out if prohibited by the sectional specification. The sectional specification shall state if there is a restriction on the number of occasions that rework may take place on a specific component.

All rework shall be carried out prior to the formation of the inspection lot offered for inspection to the requirements of the detail specification.

Such rework procedures shall be fully described in the relevant documentation produced by the manufacturer and shall be carried out under the direct control of the chief inspector. Subcontracting of rework is not permitted.

#### **3.11.2 Repair work**

Repair work is the correction of defects in a component after release to the customer.

Components that have been repaired can no longer be considered as representative of the manufacturer's production and may not be released under the IECQ system.

### **3.12 Certified test records**

The requirements of clause 14 of IEC QC 001002 shall apply. When certified test records (CTR) are prescribed in the sectional specification for qualification approval and are requested by the customer, the results of the specified tests shall be summarized.

### **3.13 Validity of release**

Quartz crystal controlled oscillators held for a period exceeding two years following acceptance inspection shall be reinspected for the electrical tests detailed in 4.5.4 and 4.5.17, with a sample tested as described in 4.6.3.1, prior to release.

### **3.14 Release for delivery**

Quartz crystal controlled oscillators shall be released in accordance with 12.5 of IEC QC 001002.

### **3.15 Unchecked parameters**

Only those parameters of a component which have been specified in a detail specification and which were subject to testing, can be assumed to be within the specified limits. It should not be assumed that any parameter not specified will remain unchanged from one component to another. Should it be necessary for further parameters to be controlled, then a new, more extensive, detail specification should be used. The additional test method(s) shall be fully described and appropriate limits, AQLs and inspection levels specified.

## **4 Test and measurement procedures**

### **4.1 General**

The test and measurement procedures shall be carried out in accordance with the relevant detail specification.

## 4.2 Conditions d'essai et de mesure

### 4.2.1 Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normales d'essai telles qu'elles sont spécifiées en 5.3 de la CEI 60068-1.

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| Température            | 15 °C à 35 °C                               |
| Humidité relative      | 45 % à 75 %                                 |
| Pression atmosphérique | 86 kPa à 106 kPa<br>(860 mbar à 1 060 mbar) |

En cas de litige, les conditions auxquelles il faudra se référer sont les suivantes:

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| Température            | 25 °C ± 2 °C                                |
| Humidité relative      | 48 % à 52 %                                 |
| Pression atmosphérique | 86 kPa à 106 kPa<br>(860 mbar à 1 060 mbar) |

Avant que les mesures soient effectuées, l'oscillateur à quartz doit être stocké à la température à laquelle la mesure doit avoir lieu, durant un laps de temps suffisant pour lui permettre d'atteindre un équilibre thermique. Les conditions de reprise et les conditions normales de séchage sont précisées en 5.4 et 5.5 de la CEI 60068-1.

La température ambiante doit être enregistrée pendant la mesure et être consignée dans le rapport d'essai.

### 4.2.2 Conditions d'équilibre

Sauf spécification contraire, tous les essais électriques doivent être réalisés dans des conditions d'équilibre. Lorsque les conditions d'essai provoquent une modification significative de la caractéristique mesurée avec le temps, les moyens de compensation pour de tels effets doivent être spécifiés, par exemple le temps pendant lequel l'oscillateur doit être maintenu aux conditions d'essai spécifiées avant d'effectuer une mesure.

### 4.2.3 Conditions de circulation d'air pour les essais en température

Lorsque les dispositifs sont mesurés à une température autre que 25 °C ± 2 °C, ils doivent être soumis à une circulation d'air forcé pour s'assurer d'un réglage précis de la température.

Si la perte de chaleur due à la circulation d'air forcé affecte les performances de l'oscillateur, des conditions d'air calme doivent être simulées en plaçant l'oscillateur derrière un écran pare-vent présentant une bonne conduction thermique et ayant des dimensions internes telles qu'elles permettent à l'oscillateur d'être maintenu éloigné de 20 mm ± 5 mm de toute paroi. Il convient que la température à laquelle les mesures sont effectuées dans ces conditions soit la température du point de référence sur la surface de l'écran pare-vent.

Si un écran pare-vent est nécessaire, il doit être utilisé pour les essais à basse et à haute température.

### 4.2.4 Sources d'alimentation

Les sources de courant continu utilisées pour les essais d'oscillateurs à quartz ne doivent pas avoir une ondulation qui puisse affecter la précision souhaitée pour la mesure; les alimentations en courant alternatif ne doivent pas présenter de phénomènes transitoires. Si l'ondulation et/ou les phénomènes transitoires des sources d'alimentation ont des effets perturbateurs sur la mesure en cause, ceux-ci doivent être définis de manière précise dans la spécification particulière.

## 4.2 Test and measurement conditions

### 4.2.1 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the standard atmospheric conditions for testing as specified in 5.3 of IEC 60068-1.

|                   |                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| Temperature       | 15 °C to 35 °C;                               |
| Relative humidity | 45 % to 75 %                                  |
| Air pressure      | 86 kPa to 106 kPa<br>(860 mbar to 1 060 mbar) |

In case of dispute, the referee conditions are the following:

|                   |                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| Temperature       | 25 °C ± 2 °C                                  |
| Relative humidity | 48 % to 52 %                                  |
| Air pressure      | 86 kPa to 106 kPa<br>(860 mbar to 1 060 mbar) |

Before measurements are made, the quartz crystal controlled oscillators shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the quartz crystal controlled oscillator to reach thermal equilibrium. Controlled recovery conditions and standard conditions for assisted drying are given in 5.4 and 5.5 of IEC 60068-1.

The ambient temperature during the measurements shall be recorded and stated in the test report.

### 4.2.2 Equilibrium conditions

All electrical tests shall be conducted under equilibrium conditions, unless otherwise specified. When test conditions cause a significant change with time of the characteristic being measured, means of compensation for such effects shall be specified, for example the period of time that the oscillator shall be maintained at specified test conditions before making a measurement.

### 4.2.3 Air flow conditions for temperature tests

When devices are to be measured at temperatures other than 25 °C ± 2 °C, they shall be subjected to adequate forced air circulation to ensure close temperature control.

If heat loss due to forced air circulation affects the performance of the oscillator, still air conditions shall be simulated by enclosing the oscillator in a draught shield consisting of a thermally conducting box, having internal dimensions such that a 20 mm ± 5 mm clearance is maintained from all surfaces. The temperature at which measurements should be taken under these conditions is the reference point temperature on the surface of the draught shield.

If a draught shield is necessary, it shall be used for both high and low temperature tests.

### 4.2.4 Power supplies

DC power sources used in the testing of crystal controlled oscillators shall not have a ripple content large enough to effect the desired accuracy of measurement; a.c. power sources shall be transient free. When the ripple and/or the transient content of the power sources are critical to the measurement being performed, their effects shall be fully defined in the detail specification.

#### 4.2.5 Précision de la mesure

Les limites indiquées dans la spécification particulière sont des valeurs absolues. Lors de l'évaluation des résultats, les erreurs de mesures doivent être prises en compte. Il est recommandé de prendre des précautions pour réduire les erreurs de mesure au minimum.

#### 4.2.6 Précautions

##### 4.2.6.1 Mesures

Les circuits de mesure indiqués pour certains essais électriques sont des circuits préférentiels. Chaque effet de charge doit être pris en compte si l'appareil de mesure modifie les caractéristiques étudiées.

##### 4.2.6.2 Dispositifs à sensibilité électrostatique

Si le composant est identifié comme présentant une sensibilité électrostatique, des précautions doivent être prises avant, pendant et après l'essai, pour éviter de l'endommager avec une charge électrostatique (voir CEI 60801-2).

#### 4.2.7 Choix des méthodes d'essai

Les mesures doivent, de préférence, être réalisées en utilisant les méthodes spécifiées. Toute autre méthode permettant d'obtenir des résultats équivalents peut être utilisée, sauf en cas de litige.

NOTE – «Résultat équivalent» signifie que les valeurs relevées à l'aide de telle autre méthode sont comprises dans les valeurs limites tolérées obtenues avec la méthode de mesure spécifiée.

#### 4.3 Contrôle visuel

Sauf spécification contraire, le contrôle visuel externe doit être réalisé à la lumière normale du laboratoire et dans des conditions visuelles normales.

##### 4.3.1 Contrôle visuel A

L'oscillateur à quartz doit être soumis à un contrôle visuel pour s'assurer que l'exécution et la finition sont satisfaisantes. Le marquage doit être lisible.

##### 4.3.2 Contrôle visuel B

L'oscillateur à quartz doit être soumis à un contrôle optique avec un grossissement de  $\times 10$ . Il ne doit pas y avoir de fêlures dans le verre ni de connexions endommagées. De minuscules écailles sur le pourtour d'un ménisque ne doivent pas être considérées comme des fêlures.

##### 4.3.3 Contrôle visuel C

L'oscillateur à quartz doit être soumis à un examen visuel. Il ne doit pas présenter de corrosion ni de dommages qui perturberaient son fonctionnement. Le marquage doit être lisible.

#### 4.4 Dimensions et calibrage

##### 4.4.1 Contrôle dimensionnel – Essai A

Les dimensions, l'espacement et l'alignement des sorties doivent être vérifiés. Ils doivent correspondre aux valeurs spécifiées.

##### 4.4.2 Contrôle dimensionnel – Essai B

Les dimensions doivent être mesurées et correspondre aux valeurs spécifiées.

#### 4.2.5 Precision of measurement

The limits given in the detail specification are true values. Measurement inaccuracies shall be taken into account when evaluating the results. Precautions should be taken to reduce measurement errors to a minimum.

#### 4.2.6 Precautions

##### 4.2.6.1 Measurements

The measurement circuits shown for specified electrical tests are the preferred circuits. Due allowance shall be made for any loading effects in cases where the measuring apparatus modifies the characteristics being examined.

##### 4.2.6.2 Electrostatic sensitive devices

Where the component is identified as electrostatic sensitive, precautions shall be taken to prevent damage from electrostatic charge both before, during, and after test (see IEC 60801-2).

#### 4.2.7 Alternative test methods

Measurements shall preferably be carried out using the methods specified. Any other method giving equivalent results may be used, except in case of dispute.

NOTE – “Equivalent” means that the value of the characteristic established by such other methods falls within the specified limits when measured by the specified method.

#### 4.3 Visual inspection

Unless otherwise specified, external visual examination shall be performed under normal factory lighting and visual conditions.

##### 4.3.1 Visual test A

The quartz crystal controlled oscillator shall be visually examined to ensure that the condition, workmanship and finish are satisfactory. The marking shall be legible.

##### 4.3.2 Visual test B

The quartz crystal controlled oscillator shall be visually examined under  $\times 10$  magnification. There shall be no cracks in the glass or damage to the terminations. Minute flaking around the further edge of a meniscus shall not be considered a crack.

##### 4.3.3 Visual test C

The quartz crystal controlled oscillator shall be visually examined. There shall be no corrosion or other deterioration likely to impair satisfactory operation. The marking shall be legible.

#### 4.4 Dimensions and gauging procedures

##### 4.4.1 Dimensions – Test A

The dimensions, spacing, and alignment of the terminations shall be checked and shall comply with the specified values.

##### 4.4.2 Dimensions – Test B

The dimensions shall be measured and shall comply with the specified values.

## 4.5 Méthodes d'essais électriques

### 4.5.1 Résistance d'isolement

Sauf prescriptions contraires dans la spécification particulière, une tension maximale de 20 V doit être appliquée sur les points d'essai indiqués en utilisant le circuit d'essai de la figure 4a. Le courant résultant doit être mesuré. Il doit être plus faible que la valeur maximale spécifiée.

En variante, la résistance doit être directement mesurée avec un ohmmètre (figure 4b). Elle doit être supérieure à la valeur minimale spécifiée.

Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les mesures entre les points indiqués sont réalisées avec une tension de polarité correcte qui ne dépasse pas la valeur spécifiée. La non-observation de ces conditions peut conduire à la destruction du dispositif en essai.

Une fois les mesures réalisées, le fonctionnement de l'oscillateur doit être vérifié.

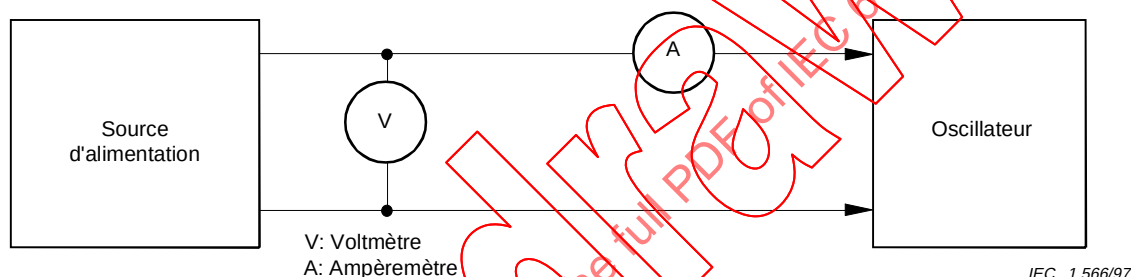


Figure 4a – Méthode courant-tension

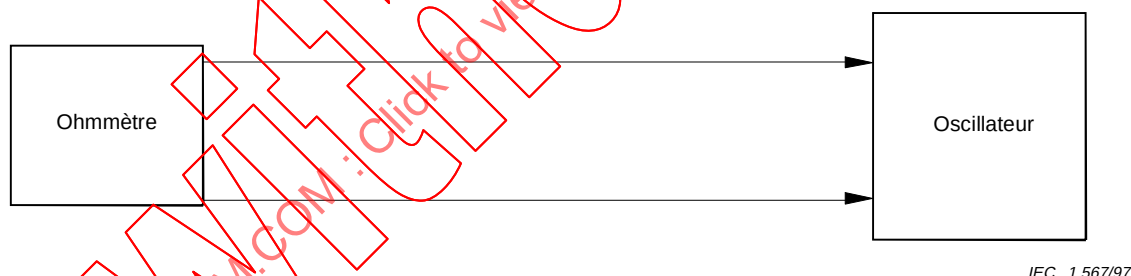


Figure 4b – Méthode à ohmmètre

Figure 4 – Circuits d'essai pour les mesures de la résistance d'isolement

### 4.5.2 Tension de tenue

La tension spécifiée ne doit être appliquée que sur les sorties indiquées conformément au circuit d'essai de la figure 5 et lorsque les conditions préliminaires ont été observées. La résistance de la source et le courant maximal autorisé doivent figurer dans la spécification particulière.

Il ne doit pas y avoir de formation d'arc ni d'autre signe de défaillance électrique.

Après l'essai, des mesures doivent être réalisées pour s'assurer que l'oscillateur fonctionne toujours.

## 4.5 Electrical test procedures

### 4.5.1 Insulation resistance

A maximum voltage of 20 V, unless otherwise stated in the detail specification, shall be applied to the specified test points using the test circuit shown in figure 4a. The resulting current shall be measured. It shall be less than the specified maximum value.

Alternatively, the resistance shall be directly measured with an ohmmeter (see figure 4b). It shall be greater than the minimum specified.

Precautions shall be taken to ensure that measurements are made across the specified points with an applied voltage of the correct polarity and not exceeding the specified value. Failure to observe any of these conditions may result in damage to the device under test.

After the test, measurements shall be made to ensure that the oscillator is still functional.

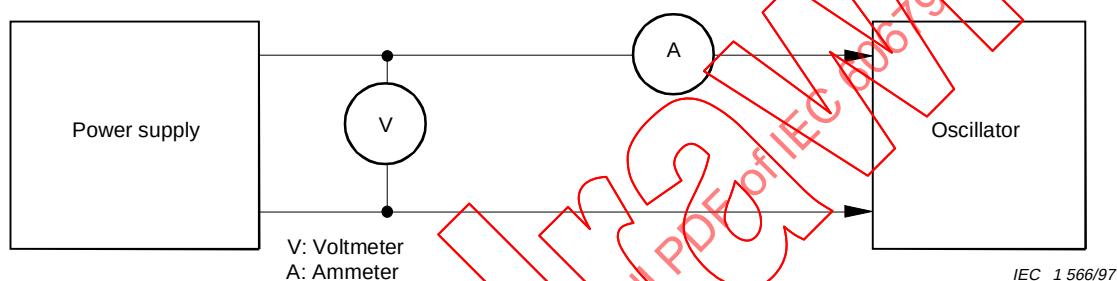


Figure 4a – Voltage-current method

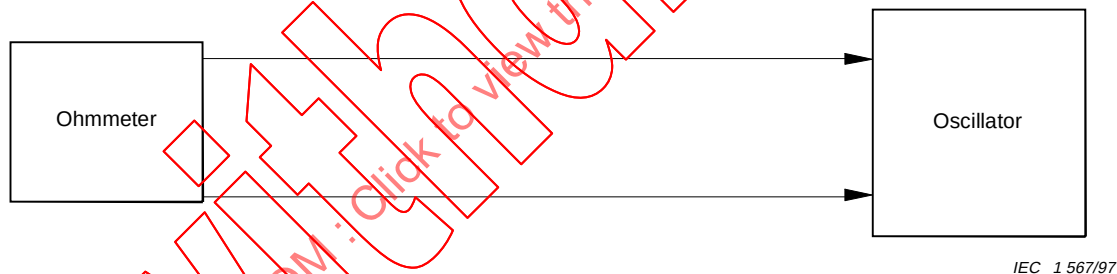


Figure 4b – Ohmmeter method

Figure 4 – Test circuits for insulation resistance measurements

### 4.5.2 Voltage proof

The specified voltage shall be applied only across the designated terminals, using the test circuit shown in figure 5, after any specified preconditioning procedures have been applied. The source resistance and maximum permissible current flow shall be stated in the detail specification.

There shall be no arcing or other evidence of electrical breakdown.

After the test, measurements shall be made to ensure that the oscillator is still functional.

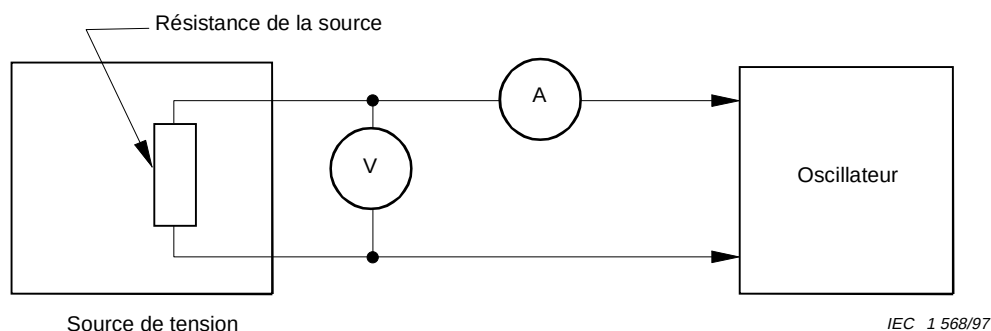


Figure 5 – Circuit d'essai pour la tension de tenue

#### 4.5.3 Puissance d'entrée

##### 4.5.3.1 Puissance d'entrée de l'oscillateur

L'oscillateur doit être connecté à l'alimentation et à une charge électrique comme la figure 6 l'indique. La tension spécifiée doit être appliquée et permettre à l'oscillateur de se stabiliser dans le temps donné. Les mesures du courant et de la tension doivent être réalisées à la température de référence, sauf prescriptions contraires dans la spécification particulière. La puissance d'entrée doit être calculée à partir de ces mesures.

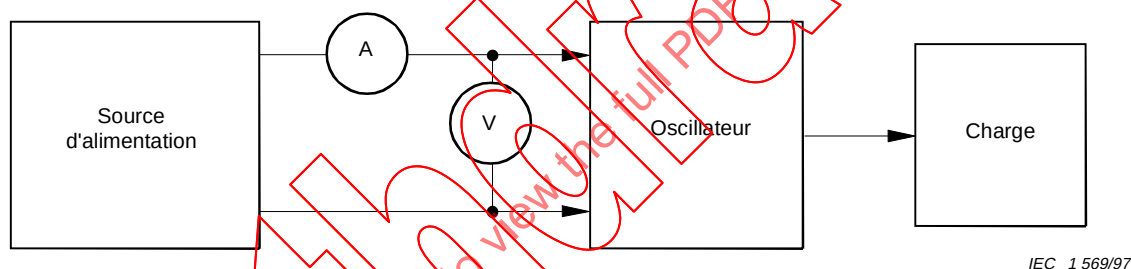


Figure 6 – Circuit d'essai pour la mesure de la puissance d'entrée de l'oscillateur

##### 4.5.3.2 Puissance d'entrée de l'oscillateur et de l'enceinte

L'oscillateur doit être connecté au circuit d'essai (voir note de la figure 7) et installé dans la chambre climatique conformément à la figure 7. La charge et la tension d'alimentation doivent correspondre à celles qui sont spécifiées dans la spécification particulière. Si la puissance d'entrée de l'oscillateur est affectée par la circulation d'air forcé, des conditions d'air calme doivent être simulées en plaçant l'oscillateur derrière un écran pare-vent comme cela est décrit en 4.2.3. Les valeurs de courant et de tension doivent être lues aux températures indiquées dans la spécification particulière (habituellement à la température minimale et maximale de la gamme de températures, ainsi qu'à la température de référence).

La température mesurée à la surface de l'écran pare-vent, lorsque celui-ci est utilisé, sera prise comme point de température de référence. Lorsque la puissance maximale est spécifiée, les valeurs transitoires de courant et de tension doivent être mesurées lorsque la chambre climatique est ajustée à chacune des températures spécifiées. Dans ce cas, il peut être nécessaire de relier un appareil d'enregistrement au voltmètre et/ou à l'ampèremètre afin de mesurer correctement les valeurs transitoires.

L'oscillateur et l'enceinte thermostatée doivent parvenir à un équilibre thermique à la température de fonctionnement, sans apport d'énergie, avant toute mesure de puissance maximale. Si la puissance maximale est exigée, la chambre climatique doit avoir une constante de temps thermique nettement en dessous de celle de la combinaison oscillateur-enceinte thermostatée à mesurer.

La puissance d'entrée est calculée à partir des valeurs mesurées de courant et de tension.

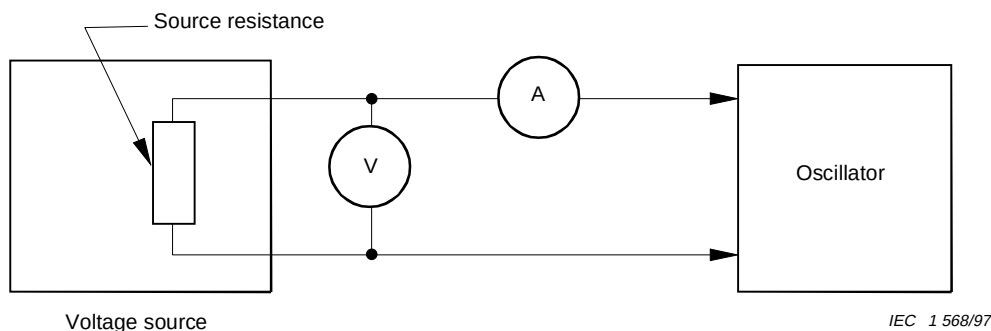


Figure 5 – Test circuit for voltage proof test

### 4.5.3 Input power

#### 4.5.3.1 Oscillator input power

The oscillator shall be connected to the power supply and specified load as shown in figure 6. The specified voltage shall be applied and allowed to stabilize for the specified time. Measurements of the voltage and current shall be made at the reference temperature, unless otherwise stated in the detail specification. The input power shall be calculated using these measurements.

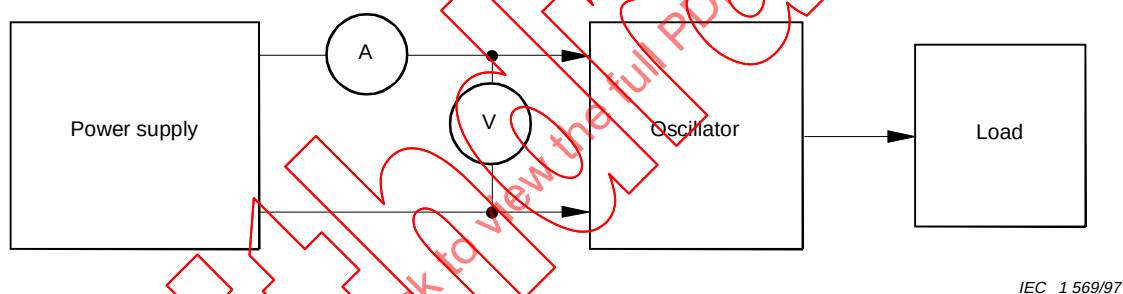


Figure 6 – Test circuit for oscillator input power measurement

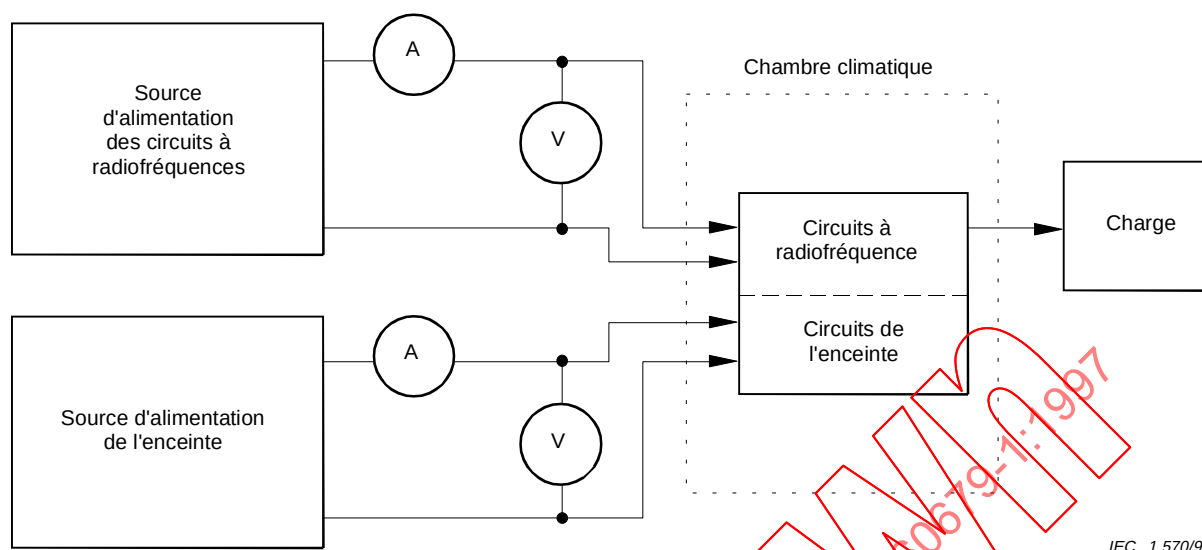
#### 4.5.3.2 Oven and oscillator input power

The oscillator shall be connected to the test circuit (see note to figure 7) and placed in the environmental chamber as shown in figure 7. The load and supply voltage(s) shall be as specified in the detail specification. Where the input power to the oscillator will be affected by forced air circulation, still air conditions shall be simulated by enclosing the oscillator in a draught shield, as described in 4.2.3. Readings of voltage and current shall be taken at the specified temperatures as stated in the detail specification (usually at the minimum and maximum of the operating temperature range, as well as at the reference temperature).

The temperature will normally be taken as the reference point temperature on the surface of the draught shield, when used. If peak power is specified, the transient values of voltage and current shall be measured when the environmental chamber is adjusted to each of the specified temperatures. In this case, it may be necessary to attach a recording meter to the ammeter and/or voltmeter, so as to measure adequately the transient values.

The oscillator and oven shall be allowed to reach thermal equilibrium at the operating temperature, while unenergized, prior to any measurement of peak power. Should peak power be required, the environmental chamber shall have a thermal time constant significantly less than that of the oven-oscillator combination being measured.

The input power is calculated using the measured values of voltage and current.



IEC 1570/97

NOTE – L'alimentation de l'oscillateur peut être assurée à partir de la même source d'alimentation.

**Figure 7 – Circuit d'essai pour la mesure de la puissance d'entrée de l'oscillateur et de l'enceinte thermostatée**

#### 4.5.3.3 Puissance d'entrée de l'enceinte thermostatée

Pour mesurer uniquement la puissance d'entrée de l'enceinte thermostatée, la méthode d'essai décrite en 4.5.3.2 doit être utilisée, mais l'alimentation de l'oscillateur doit être déconnectée.

#### 4.5.4 Fréquence de sortie

La fréquence de sortie doit être mesurée selon la méthode 1 ou la méthode 2, en fonction de la précision spécifiée pour l'oscillateur.

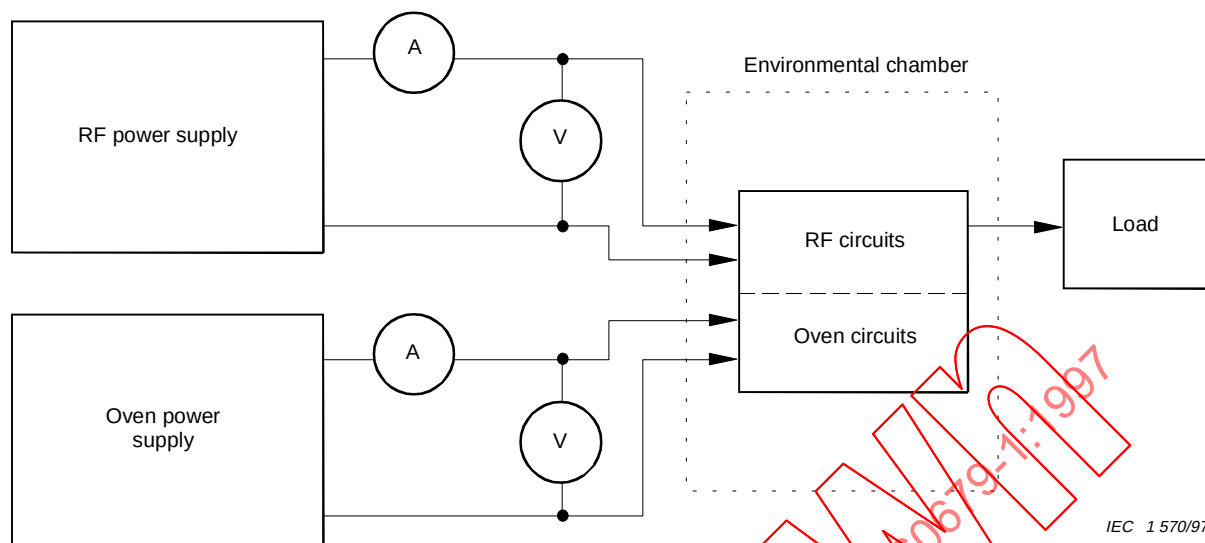
Les précautions suivantes doivent être observées:

- la précision et la résolution du système doivent toujours avoir un ordre de grandeur supérieur à celui de la fréquence à déterminer;
- l'oscillateur doit être correctement chargé;
- la stabilité et la précision du système doivent être garanties par des contrôles périodiques de l'étalon de fréquence par rapport à une norme reconnue sur le plan international;
- pour obtenir des mesures précises, il est essentiel de veiller à ce que les conditions d'environnement n'influencent pas les résultats.

#### Méthode 1 – Mesures pour des précisions inférieures ou égales à $1 \times 10^{-8}$

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 8, à la source d'alimentation et à la charge spécifiées. Le temps spécifié dans les conditions normales de fonctionnement doit lui être laissé pour se stabiliser.

La fréquence doit alors être mesurée avec un compteur de fréquence. La fréquence peut être déterminée soit par une mesure directe de la fréquence, soit par mesure de la période moyenne. Le temps de mesure se situe normalement dans une gamme variant entre 0,1 s et 10 s. La période moyenne est généralement utilisée pour mesurer les fréquences inférieures à 5 MHz.



NOTE – The power to the oscillator may be supplied from the same power supply.

**Figure 7 – Test circuit for oven and oscillator input power measurement**

#### 4.5.3.3 Oven input power

To measure the oven input power only, the test procedure described in 4.5.3.2 shall be used, except that the power supply to the oscillator shall be disconnected.

#### 4.5.4 Output frequency

Output frequency measurements shall be made using either method 1 or method 2, according to the accuracy specified for the oscillator.

The following precautions shall be observed:

- the accuracy and resolution of the system shall always be an order better than that of the frequency to be determined;
- the oscillator shall be correctly loaded;
- the stability and accuracy of the system shall be verified by periodic checks of the frequency standard against an internationally recognized standard;
- for accurate measurements, it is essential that great care be taken to ensure that environmental conditions do not influence the results.

**Method 1** – Measurement for accuracies less than or equal to  $1 \times 10^{-8}$

The oscillator shall be connected, as shown in figure 8, to the specified supply voltage and load. It shall be allowed to stabilize for the specified time under normal operating conditions.

The frequency shall then be measured on the frequency counter. The frequency may be determined either by direct frequency measurement or by period averaging. The time period of measurement will normally lie in the range of 0,1 s to 10 s. Period averaging will generally be used for the measurement of frequencies less than 5 MHz.

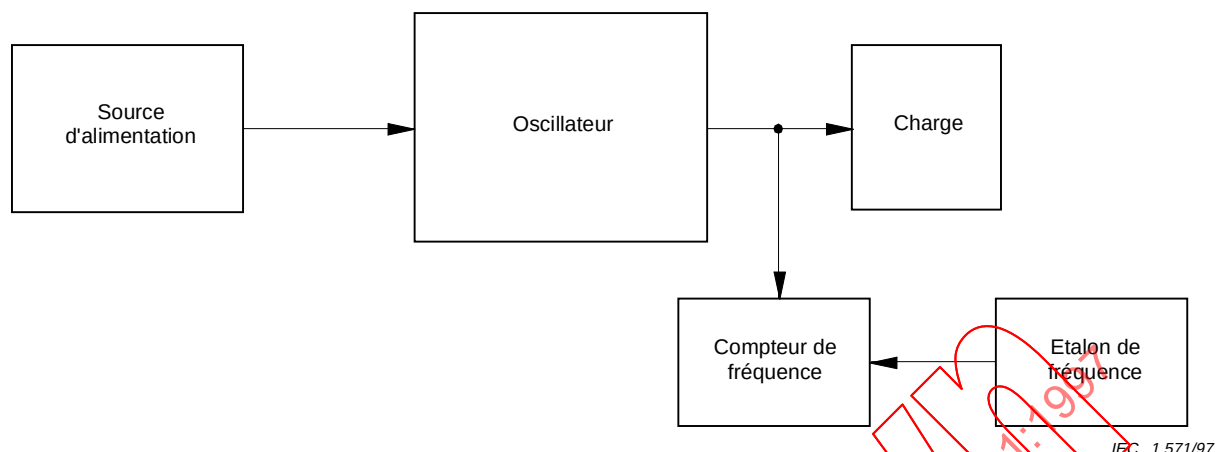


**Figure 8 – Circuit d'essai pour la mesure de la fréquence de sortie, méthode 1**

**Méthode 2** – Mesure pour des précisions supérieures à  $1 \times 10^{-8}$

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 9, à la source d'alimentation et à la charge spécifiées. Le temps spécifié dans les conditions normales de fonctionnement lui sera laissé pour se stabiliser.

La fréquence doit être mesurée avec un compteur de fréquence, après multiplication pour obtenir une fréquence compatible avec la précision demandée. Le temps de mesure se situe normalement dans une gamme entre 0,1 s et 10 s. Par exemple, pour obtenir une précision de mesure de fréquence supérieure à  $1 \times 10^{-8}$  sur 10 s, un signal de 2,5 MHz nécessiterait d'être multiplié par 10.

D'autres méthodes utilisent des compteurs à grande vitesse au lieu de multiplicateurs de fréquence. Pour des précisions égales ou supérieures à  $1 \times 10^{-10}$ , il est également possible d'utiliser un système à comparaison de phase couplé à un synthétiseur de fréquence, piloté lui-même par un étalon de fréquence.

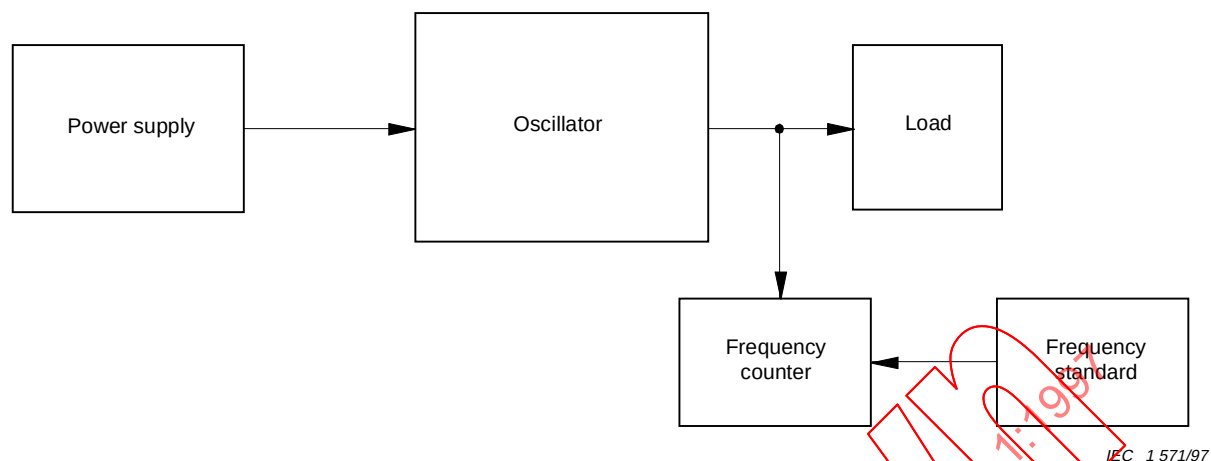


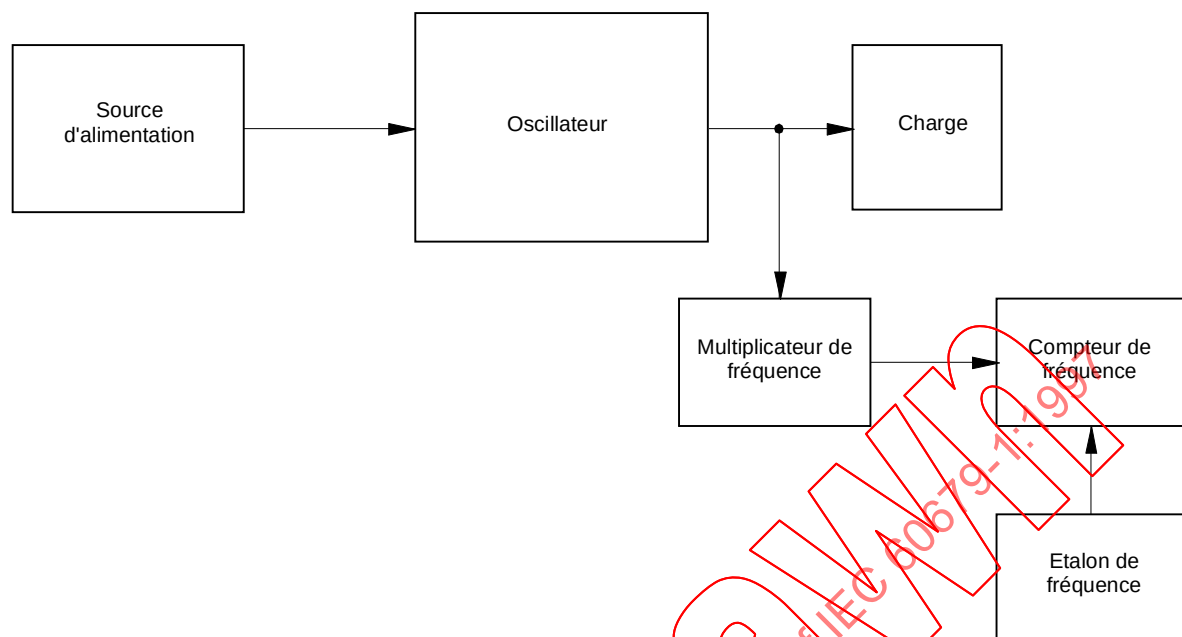
**Figure 8 – Test circuit for measurement of output frequency, method 1**

**Method 2** – Measurement for accuracies greater than  $1 \times 10^{-8}$

The oscillator shall be connected, as shown in figure 9, to the specified supply voltage and load. It shall be allowed to stabilize for the specified time under normal operating conditions.

The frequency shall be measured on the frequency counter after multiplication to a frequency commensurate with the required accuracy. The time period will normally be in the range of 0,1 s to 10 s. For example a 2,5 MHz signal would need to be multiplied to 25 MHz to enable a measurement of frequency to be obtained to an accuracy better than  $1 \times 10^{-8}$  within 10 s.

Alternative methods include the use of a high speed counter in place of the frequency multiplier. It is also possible to use a system of phase comparison against a frequency synthesizer which is driven from a frequency standard, for accuracies of  $1 \times 10^{-10}$  or better.



IEC 1572/97

Figure 9 – Circuit d'essai pour la mesure de la fréquence de sortie, méthode 2

#### 4.5.5 Caractéristiques fréquence/température

##### 4.5.5.1 Fréquence à température(s) spécifiée(s)

L'oscillateur non alimenté doit être placé dans la chambre climatique et être connecté à la charge spécifiée conformément au circuit d'essai de la figure 10. La tension d'alimentation spécifiée doit alors être appliquée à l'oscillateur.

Si la puissance d'entrée de l'oscillateur est affectée par la circulation d'air forcé, des conditions d'air calme doivent être simulées en installant l'oscillateur derrière un écran pare-vent comme cela est indiqué en 4.2.3.

La chambre climatique doit pouvoir se stabiliser à la température spécifiée et, lorsque l'oscillateur a atteint son équilibre (voir 4.2.2), des mesures de la fréquence doivent être réalisées en utilisant la méthode de mesure appropriée décrite en 4.5.4.

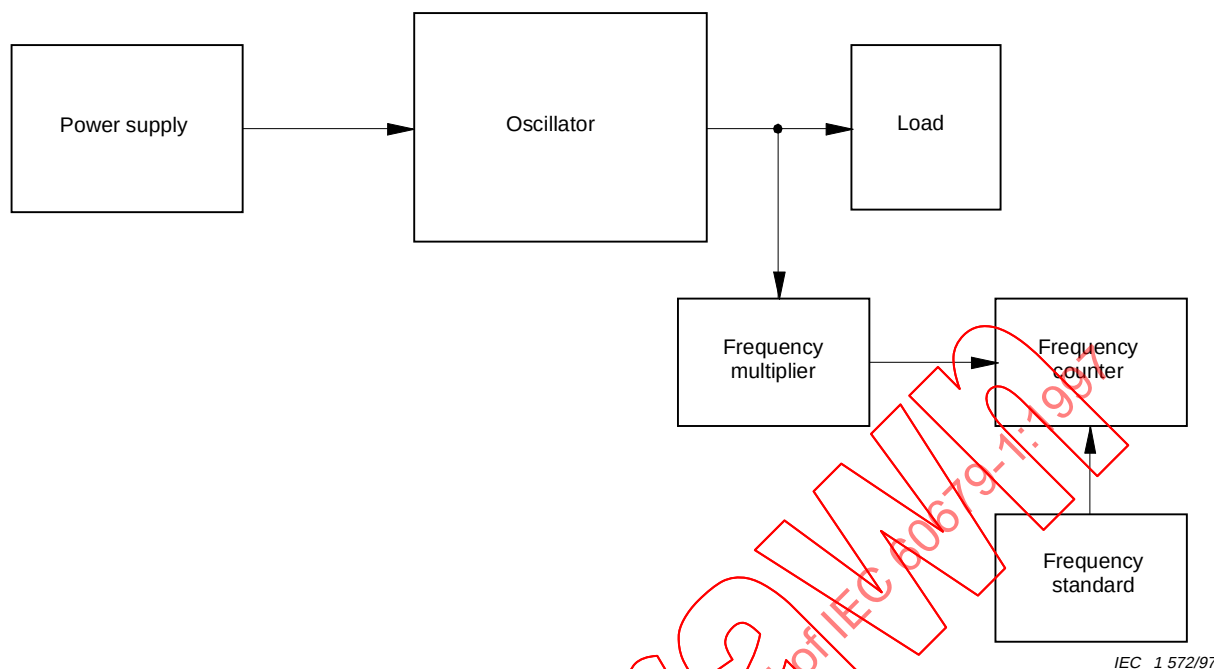


**Figure 9 – Test circuit for measurement of output frequency, method 2**

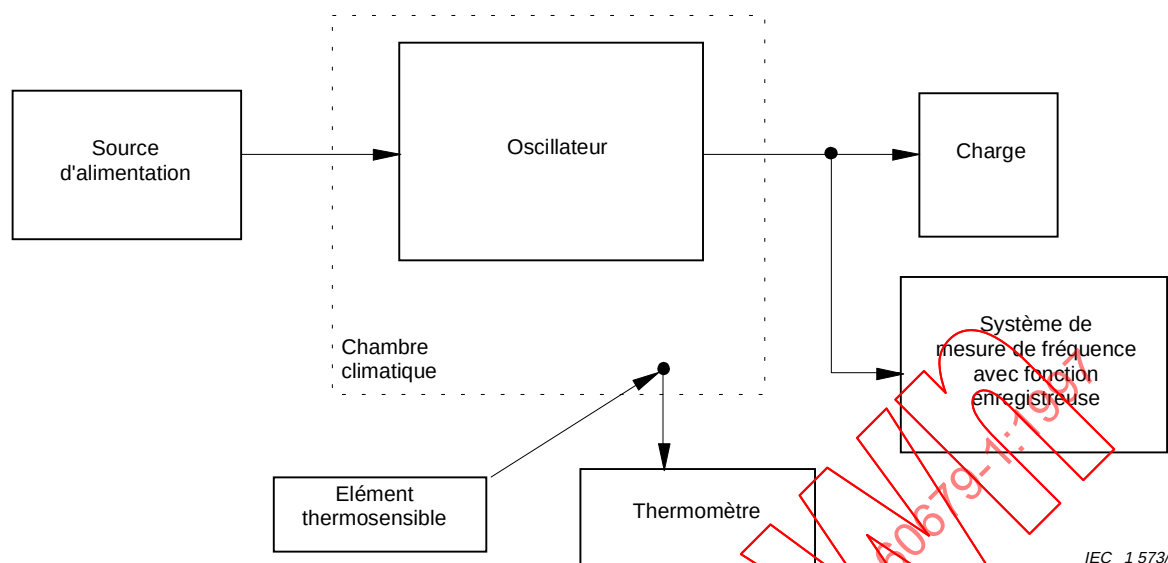
#### **4.5.5 Frequency/temperature characteristics**

##### **4.5.5.1 Frequency at specified temperature(s)**

The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and connected to the specified load using the test circuit shown in figure 10. The specified supply voltage shall then be applied to the oscillator.

Where the input power to the oscillator will be affected by forced air circulation, still air conditions shall be simulated by enclosing the oscillator in a draught shield as described in 4.2.3.

The chamber shall be allowed to stabilize at the specified temperature and, when the oscillator has reached equilibrium (see 4.2.2), measurements of the frequency shall be made using the appropriate measurement method given in 4.5.4.



IEC 1573/97

**Figure 10 – Circuit d'essai pour la mesure des caractéristiques fréquence/température**

#### 4.5.5.2 Excursion totale de fréquence

L'oscillateur non alimenté doit être placé dans la chambre climatique et connecté à la charge spécifiée conformément au circuit d'essai de la figure 10. La tension d'alimentation spécifiée doit alors être appliquée à l'oscillateur.

Si la puissance d'entrée de l'oscillateur est perturbée par la circulation d'air forcé, des conditions d'air calme doivent être simulées en installant l'oscillateur derrière un écran pare-vent comme cela est indiqué en 4.2.3.

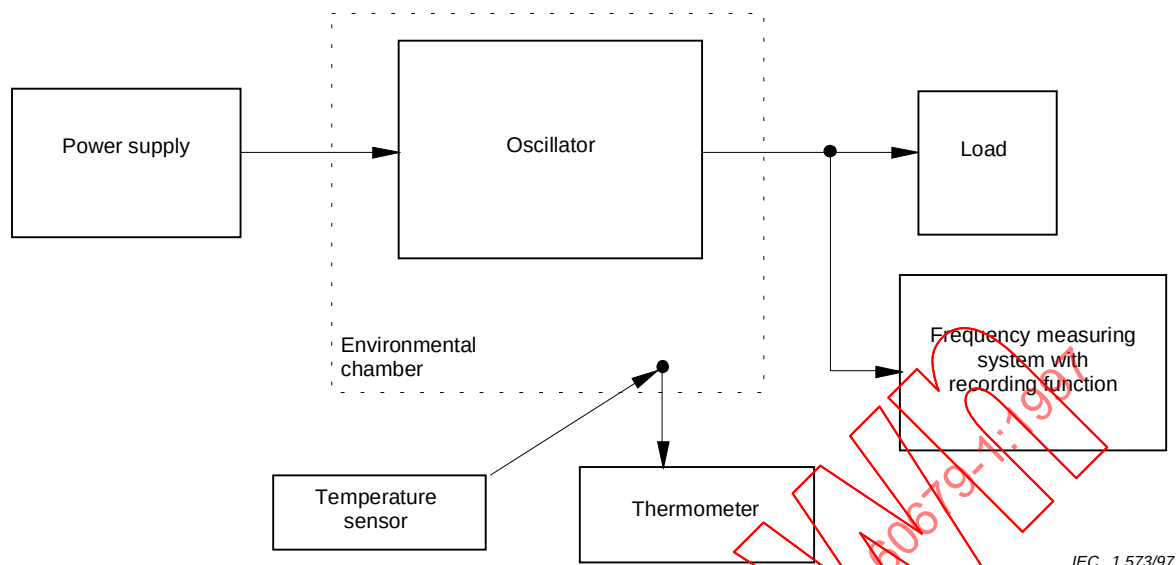
La chambre climatique doit pouvoir se stabiliser à la température extrême et, lorsque l'oscillateur a atteint son équilibre (voir 4.2.2), la fréquence et la température doivent être enregistrées en utilisant la méthode de mesure de fréquence appropriée décrite en 4.5.4.

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la température de la chambre climatique doit être élevée par paliers de 1,5 °C pour parvenir à la température extrême, tout en s'assurant qu'un équilibre en température est atteint à chaque palier, sinon la température doit être modifiée à un taux de 0,5 °C/min.

La fréquence et la température doivent être enregistrées pendant cet essai.

Si la reproductibilité des caractéristiques fréquence/température est exigée dans la spécification particulière, les fréquences doivent être enregistrées pour les changements de température dans les deux sens de la variation.

NOTE – Pour certaines applications, il peut être requis de déterminer la reproductibilité des caractéristiques fréquence/température avec tout d'abord une température augmentant du minimum au maximum, puis une température allant du maximum au minimum. Les différences dans les caractéristiques obtenues pendant les cycles croissant et décroissant en températures sont appelées erreurs de retraçabilité ou hystérésis et sont d'une importance particulière lors des essais des oscillateurs à quartz à compensation de température.



IEC 1573/97

**Figure 10 – Test circuit for measurement of frequency/temperature characteristics**

#### 4.5.5.2 Total frequency excursion

The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and connected to the specified load using the test circuit shown in figure 10. The specified supply voltage shall then be applied to the oscillator.

Where the input power to the oscillator will be affected by forced air circulation, still air conditions shall be simulated by enclosing the oscillator in a draught shield as described in 4.2.3.

The chamber shall be allowed to stabilize at a temperature extreme and, when the oscillator has reached equilibrium (see 4.2.2), the frequency and temperature shall be recorded using the appropriate frequency measurement method given in 4.5.4.

The test chamber temperature shall be changed in incremental steps of 1,5 °C, ensuring that equilibrium is reached after each temperature step, or changed at a rate of 0,5 °C/min to the other extreme of temperature, unless otherwise specified in the detail specification.

Recordings of the frequency and temperature shall be made during the test.

If it is required by the detail specification to determine the reproducibility of the frequency/temperature characteristics, the frequencies shall be recorded with temperature changes in both directions.

NOTE – In some applications, it may be required to determine the reproducibility of the frequency/temperature characteristics as the temperature is first increased from minimum to maximum, then decreased from maximum to minimum. Differences in the characteristics obtained during increasing and decreasing temperatures are called retrace errors, or hysteresis, and are of particular importance when testing TCXO devices.

#### 4.5.6 Coefficient de charge de la fréquence

En utilisant un système de mesure de fréquence tel qu'il est décrit en 4.5.4, des mesures de la fréquence de sortie de l'oscillateur doivent être réalisées à la charge nominale spécifiée, à sa valeur minimale et à sa valeur maximale, tout en maintenant constants les autres paramètres à leurs valeurs spécifiées. Les valeurs de charge doivent ensuite être calculées en tenant compte de l'influence de l'équipement de mesure connecté à la sortie de l'oscillateur. Cette influence doit être incluse dans la valeur totale de la charge.

#### 4.5.7 Coefficient de tension de la fréquence

En utilisant un système de mesure de fréquence tel qu'il est décrit en 4.5.4 et en maintenant tous les autres paramètres de fonctionnement à leurs valeurs spécifiées, des mesures de la fréquence de l'oscillateur doivent être réalisées alors que la tension d'alimentation est réglée à sa valeur nominale spécifiée, à sa valeur minimale et à sa valeur maximale. Dans tous les cas, on doit tenir compte du temps de stabilisation spécifié entre le réglage de la tension et la mesure de la fréquence.

Une excursion transitoire de fréquence peut survenir immédiatement après le réglage de la tension d'alimentation, en particulier si l'oscillateur à essayer est du type à enceinte à température régulée ou à compensation de température. Si la valeur de cette excursion transitoire est d'une certaine importance, des appareils de mesure enregistreurs doivent être utilisés pour relever l'excursion de fréquence. L'écart maximal admissible pendant la durée de ce phénomène transitoire doit être spécifié séparément.

Si nécessaire, une chambre climatique doit être utilisée pour maintenir la température ambiante à la température spécifiée pendant la durée de l'essai.

#### 4.5.8 Stabilité de la fréquence lors d'une variation transitoire de la température

L'oscillateur non alimenté doit être installé dans la chambre climatique et connecté à la charge spécifiée, conformément au circuit d'essai de la figure 10. La tension spécifiée doit alors être appliquée à l'oscillateur. La chambre climatique doit se stabiliser et l'oscillateur atteindre son équilibre (voir 4.2.2) à la température initiale spécifiée  $T_1$ . La fréquence de sortie de l'oscillateur doit être enregistrée.

La température de la chambre climatique doit alors être modifiée selon le taux de variation spécifié, pour arriver à la température finale  $T_2$ .

Il convient que la fréquence de sortie de l'oscillateur et la température de la chambre climatique (mesurée au point de référence) soient enregistrées de façon continue pendant et après cette opération de manière à fournir un tracé des variations de fréquence et de température semblable à celui de la figure 11 à partir duquel le temps de réponse thermique et le dépassement peuvent être déduits.

**4.5.8.1** Le dépassement de l'excursion transitoire doit être spécifié sous la forme d'une fraction de la fréquence nominale (par exemple le dépassement ne doit pas être supérieur à  $2 \times 10^{-7}$ ):

$$\text{dépassement} = \frac{F_{\max} - F_{\text{finale}}}{F_{\text{nominale}}}$$

#### 4.5.6 Frequency/load coefficient

Using a frequency measuring system as described in 4.5.4, measurements of the oscillator output frequency shall be made for the specified nominal load, minimum load and maximum load, all other operating parameters being maintained constant at their specified values. The load values shall then be calculated taking into account the effect of the measuring equipment connected to the output of the oscillator, which shall be included in the total load value.

#### 4.5.7 Frequency/voltage coefficient

Using a frequency measuring system as described in 4.5.4, and maintaining all other operating parameters at their specified values, measurement of the oscillator frequency shall be made when the power supply voltage is adjusted to its specified nominal value, to its minimum value and to its maximum value. In all cases, the specified stabilization time shall be allowed between adjustment of supply voltage and measurement of frequency.

A transient frequency excursion may occur immediately after adjustment of the power supply voltage, particularly if the device under test is either an OCXO or TCXO type. When the magnitude of this transient excursion is of importance, recording type meters shall be used to record the frequency excursion. The maximum permissible deviations during the transient interval shall be separately specified.

When required, an environmental chamber shall be used to maintain the ambient temperature at its specified value during the performance of this test.

#### 4.5.8 Frequency stability with thermal transient

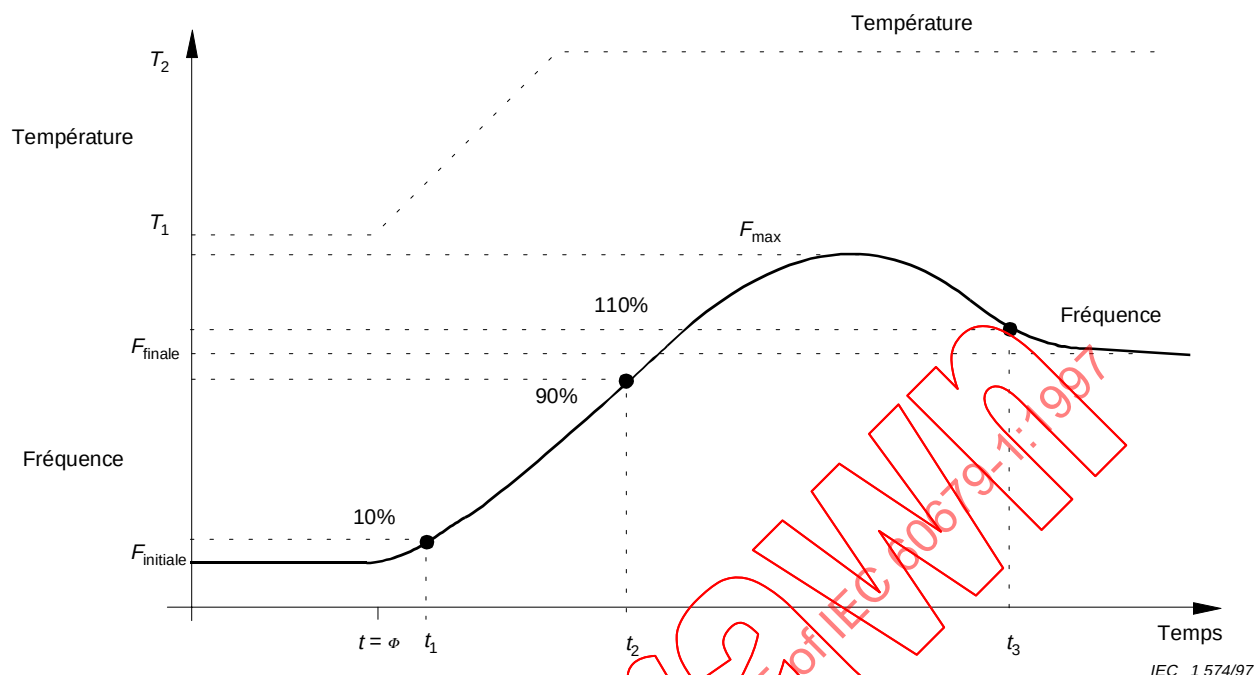
The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and connected to the specified load, using the test circuit shown in figure 10. The specified voltage shall then be applied to the oscillator. The chamber shall be allowed to stabilize and the oscillator to reach equilibrium (see 4.2.2) at the specified initial temperature  $T_1$ . The oscillator output frequency shall be recorded.

The environmental chamber temperature shall then be changed at the specified rate to the final temperature  $T_2$ .

The oscillator output frequency and the environmental chamber temperature (as measured at the reference point) should be continuously recorded during and after this operation, resulting in a plot of both frequency change and temperature change similar to that in figure 11, from which the thermal response time and the overshoot may be determined.

**4.5.8.1** The overshoot of the transient excursion shall be specified in fractional parts of the nominal frequency (e.g. overshoot shall not exceed  $2 \times 10^{-7}$ ):

$$\text{overshoot} = \frac{F_{\max} - F_{\text{final}}}{F_{\text{nominal}}}$$



$t = \Phi$  = fin du temps de stabilisation

$t_1$  = temps pour que la fréquence varie de 10 % de l'augmentation constante

$t_2$  = temps pour que la fréquence varie de 90 % de l'augmentation constante

$t_3$  = temps pour que la fréquence atteigne 110 % de l'augmentation constante au cours de l'annulation du dépassement (au cas où le dépassement est supérieur à 10 %)

**Figure 11 – Comportement typique d'un oscillateur soumis à des transitoires thermiques**

**4.5.8.2** Sauf spécification contraire, le temps de réponse thermique est l'intervalle de temps compris entre l'instant où la fréquence a varié dans les limites de 10 % de la variation totale et celui où elle a atteint une valeur dans les limites de 10 % (de la variation) de la fréquence finale.

Deux cas peuvent se présenter, comme le montre l'exemple d'enregistrement de la figure 11:

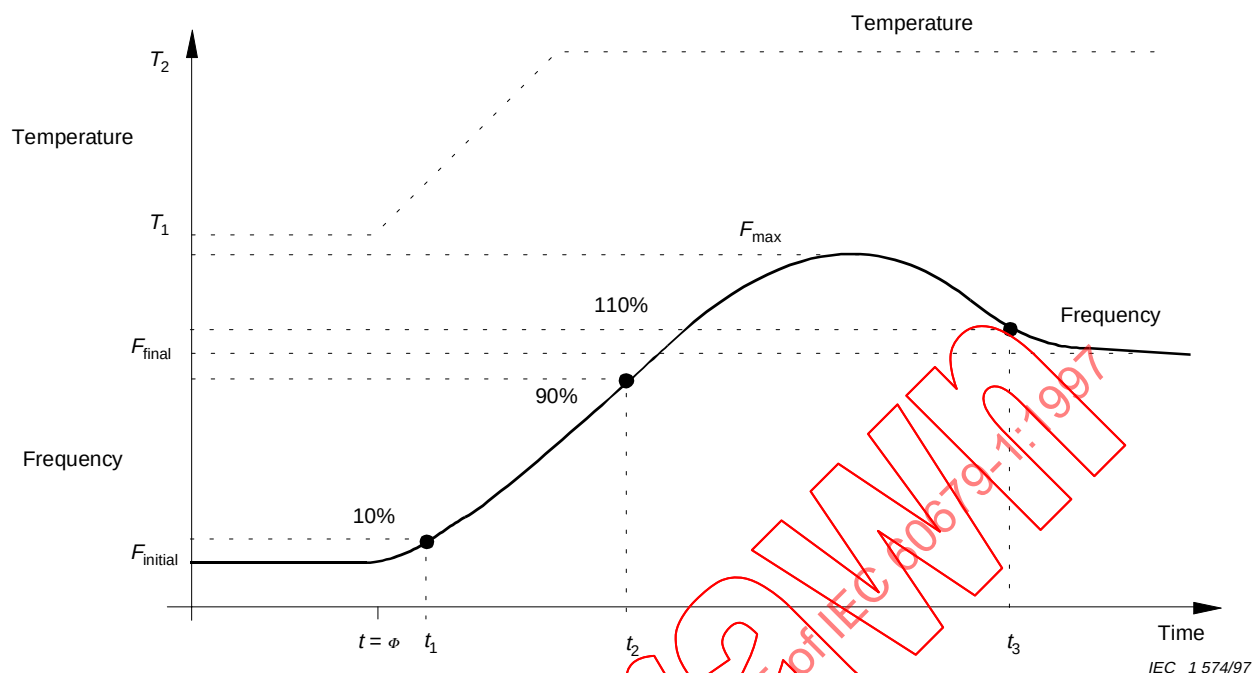
- lorsque le dépassement est inférieur à 10 %, le temps de réponse thermique est égal à  $t_2 - t_1$  min;
- lorsque le dépassement est supérieur ou égal à 10 %, le temps de réponse thermique est égal à  $t_3 - t_1$  min.

#### 4.5.9 Démarrage de l'oscillation

Le but d'essai est de déterminer d'une manière fiable le démarrage de l'amplitude d'oscillation et mesurer le temps de démarrage.

La figure 12 décrit le circuit de principe d'un oscillateur.

Les caractéristiques de démarrage d'un oscillateur piézoélectrique à quartz réel dépendent des principaux facteurs suivants:



$t = \Phi$  = end of stabilization time

$t_1$  = time for frequency to change 10 % of the steady-state increment

$t_2$  = time for frequency to change 90 % of the steady-state increment

$t_3$  = time for frequency to reach 110 % of the steady-state increment on the recovery from overshoot (in the case where overshoot is greater than 10 %)

**Figure 11 – Thermal transient behaviour of typical oscillator**

**4.5.8.2** Unless otherwise specified, the thermal response time is the time interval between the instant the frequency has changed 10 % of the overall change and the instant the frequency has attained a value within 10 % (of the change) of its final frequency.

There are two possible cases, as shown by the sample recordings in figure 11:

- when the overshoot is less than 10 %, the thermal response time is equal to  $t_2 - t_1$  min;
- when the overshoot is equal or greater than 10 %, the thermal response time is equal to  $t_3 - t_1$  min.

#### **4.5.9 Oscillation start-up**

The purpose is to determine the reliable start-up of the oscillation amplitude and to measure the start-up time.

Figure 12 depicts the generalized oscillator circuit.

The start-up characteristics of a real crystal oscillator depend on the following major factors.

Circuit oscillant:

- facteur de bruit du composant actif;
- gain de boucle ouverte (ou résistance négative excessive) du circuit d'entretien;
- limitation d'amplitude du circuit actif;
- Q en charge (ou bande passante réelle du résonateur);
- influence du niveau d'excitation de la résistance de résonance du résonateur.

Circuit de sortie:

- sortie sinusoïdale analogique;
- sortie logique.

Liaisons internes d'alimentation:

- capacité de découpage;
- régulateurs de tension.

Tension d'alimentation:

- temps de montée, temps d'établissement, temps de coupure;
- impédance de sortie.

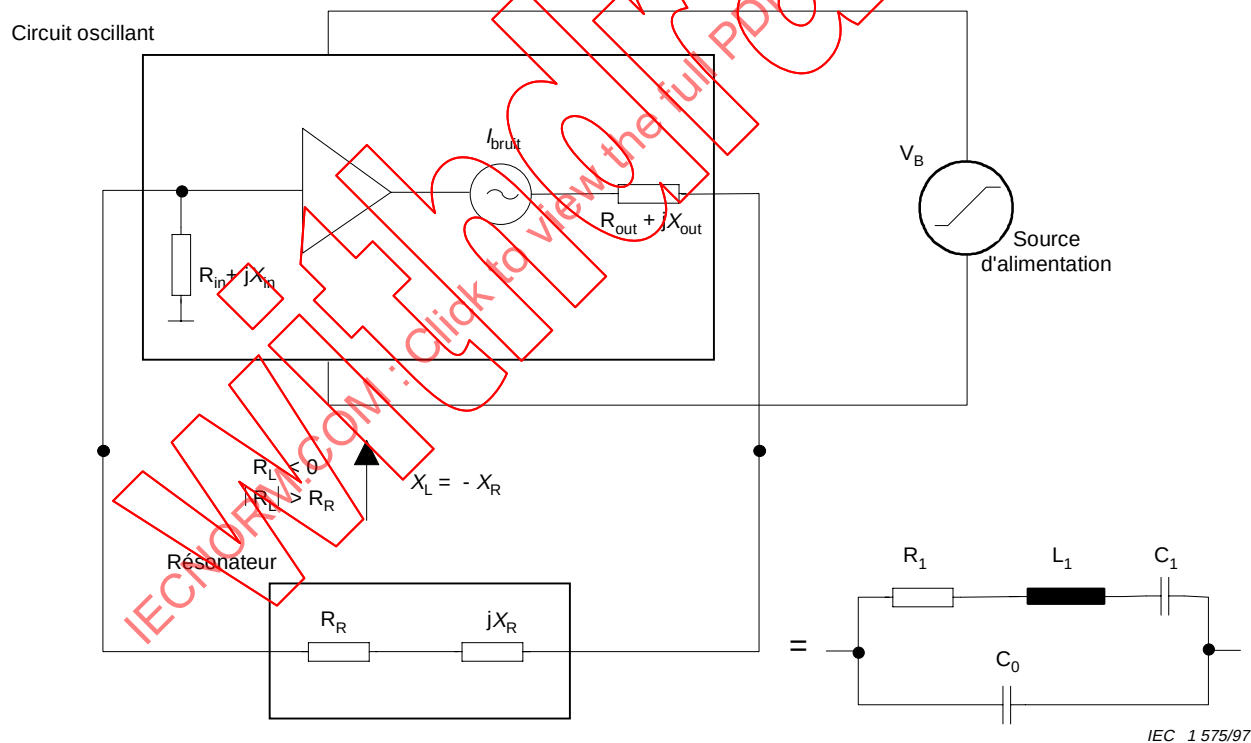


Figure 12 – Circuit de principe de l'oscillateur

#### 4.5.9.1 Comportement de démarrage

Pour déterminer le démarrage correct de l'oscillation, l'oscillateur doit être branché dans le circuit d'essai pour comportement de démarrage décrit à la figure 13.

Oscillator stage:

- noise factor of the active device;
- open loop gain (or excess negative resistance) of the oscillation sustaining stage;
- amplitude limiting of the active circuit;
- loaded Q (or effective bandwidth of the resonator);
- drive level dependency of the crystal resonance resistance.

Output stage:

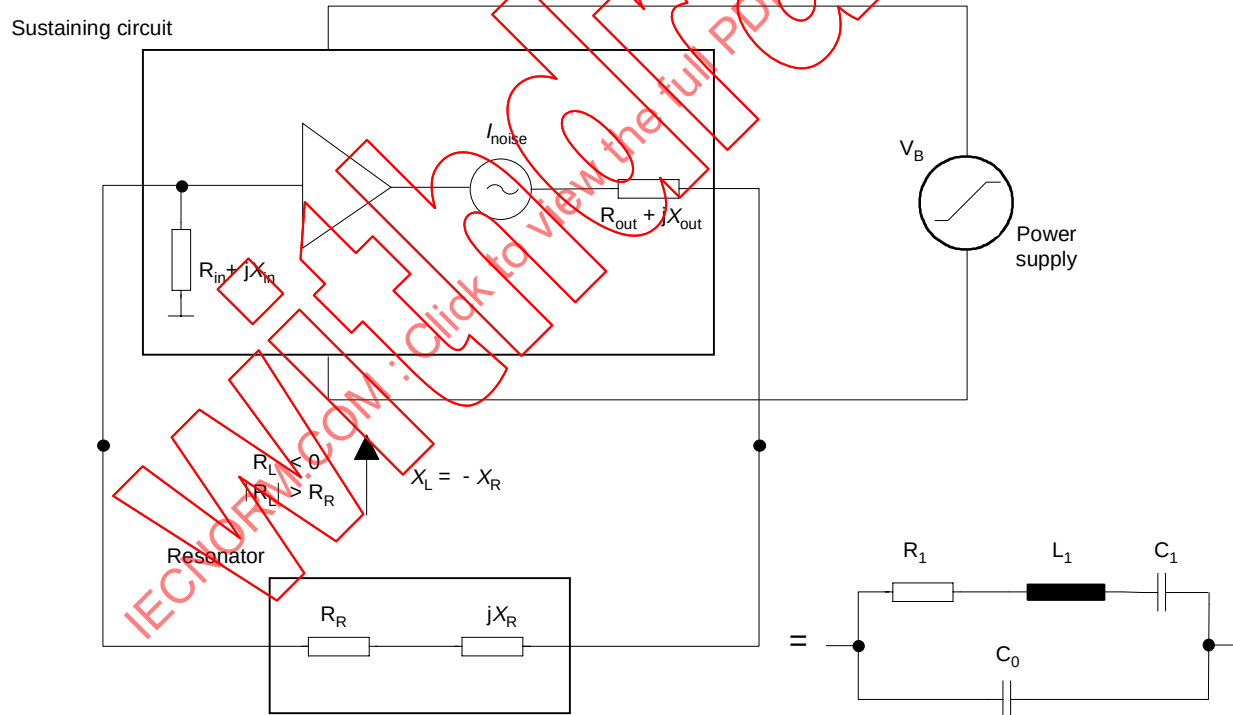
- analogue sinusoidal output;
- logic output.

Internal power lines:

- blocking capacitors;
- voltage regulators.

Supply voltage:

- rise time, soak time, off time;
- output impedance.



IEC 1575/97

Figure 12 – Generalized oscillator circuit

#### 4.5.9.1 Start-up behaviour

In order to determine whether the oscillation starts up reliably, the oscillator shall be connected to the test circuit for start-up behaviour shown in figure 13.

L'oscillateur doit être branché sur une source d'alimentation programmable. Le signal r.f. de l'oscillateur et la tension d'alimentation sont enregistrés par un oscilloscope dont le balayage est réglé de manière à observer la totalité du temps de démarrage.

La tension d'alimentation augmente linéairement de zéro à la tension nominale de fonctionnement. Le temps de montée  $t_{\text{ramp}}$  est au moins 100 à 1 000 fois le temps de démarrage spécifié ou estimé de l'oscillateur.

L'oscillateur doit avoir une caractéristique de démarrage stable et reproductible en fonction de la tension d'alimentation appliquée, comme indiqué à la figure 14.

#### Conditions spécifiées

Les conditions d'essai suivantes doivent être prescrites dans la spécification particulière:

- tension d'alimentation;
- conditions de charge;
- temps de démarrage;
- pour les oscillateurs contrôlés en tension: tension continue de contrôle.

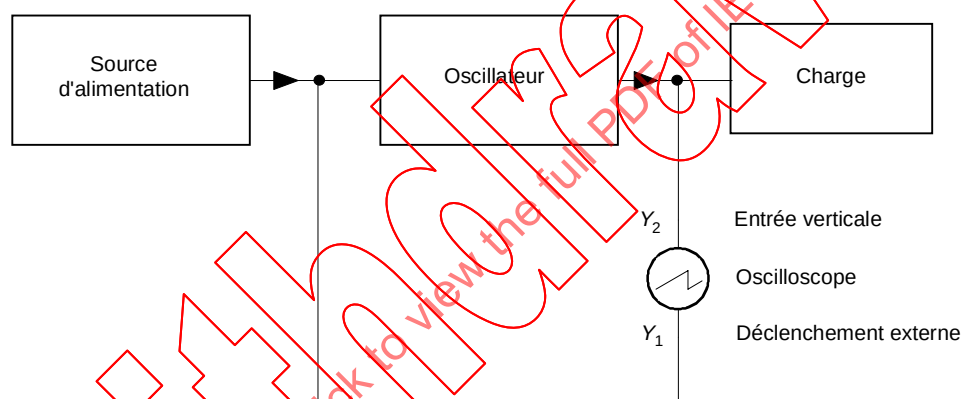


Figure 13 – Circuit d'essai pour comportement de démarrage et mesure du temps de démarrage

The oscillator shall be connected to a programmable power supply. The r.f. output signal and the supply voltage are registered by an oscilloscope, the time scale of which is suitably set to display the whole start-up interval.

The supply voltage ramps linearly from zero to the nominal operating voltage. The ramp time  $t_{\text{ramp}}$  is chosen to be at least 100 to 1 000 times the specified or expected start-up time of the oscillator.

The oscillator shall show a regular and repeatable start-up behaviour within the time interval of the supply voltage ramp, as shown in figure 14.

#### Specified conditions

The following test conditions shall be stated in the detail specification:

- power supply voltage;
- load details;
- start-up time;
- in case of VCXO, d.c. control voltage.

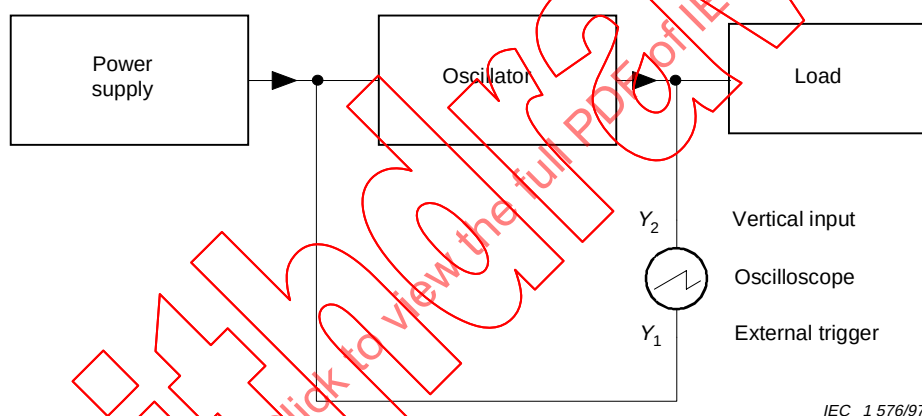


Figure 13 – Test circuit for start-up behaviour and start-up time measurement

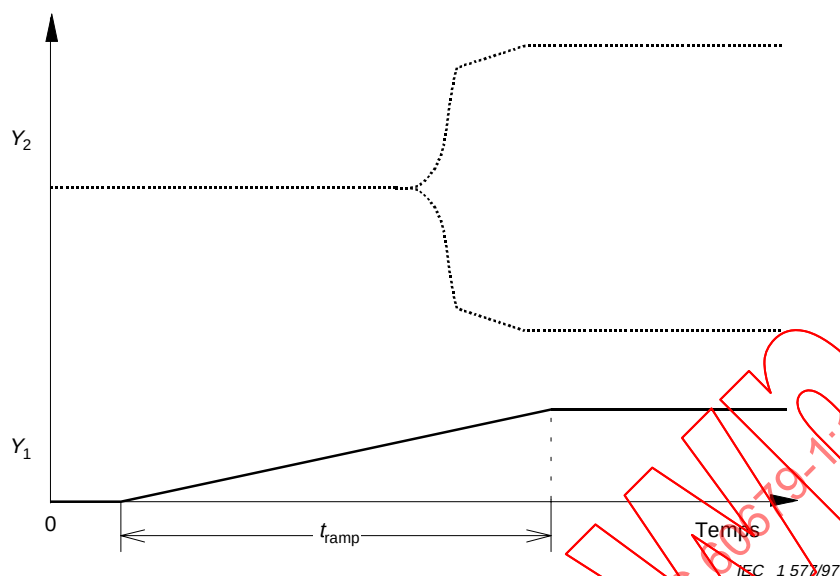


**Figure 14 – Comportement de démarrage typique avec l'augmentation de la tension d'alimentation**

#### 4.5.9.2 Temps de démarrage

Pour mesurer le temps de démarrage de l'oscillation  $t_{SU}$ , dans les conditions spécifiées, l'oscillateur doit être branché sur une source d'alimentation programmable (voir figure 13).

Le signal r.f. de l'oscillateur et la tension d'alimentation doivent être enregistrés sur un oscilloscope dont le balayage est réglé de manière à observer la totalité du temps de démarrage.

La tension d'alimentation augmente linéairement de zéro à la tension nominale de fonctionnement. Le temps de montée  $t_{ramp}$  est inférieur au dixième du temps de démarrage spécifié ou estimé de l'oscillateur.

Le temps de démarrage  $t_{SU}$  mesuré est la différence entre le début de l'application de la tension et le temps auquel le signal r.f. de l'oscillateur remplit les conditions suivantes:

a) forme quasi sinusoïdale

l'enveloppe de signal atteint 90 % de l'amplitude crête à crête en régime établi, sauf spécification contraire;

b) forme impulsionnelle

la séquence de l'impulsion de sortie est périodique, proche de la fréquence en régime établi, alors que son niveau bas  $V_{LO}$  demeure inférieur à  $V_{OL}$ , et son niveau haut  $V_{HI}$  demeure supérieur à  $V_{OH}$ ,  $V_{OH}$  et  $V_{OL}$  étant définis par le type de circuit logique utilisé.

#### Précaution

Les circuits logiques peuvent générer des parasites avant l'apparition du signal en régime établi.

NOTE – S'assurer que les capacités internes de découplage de l'oscillateur sont déchargées avant de commencer la mesure.

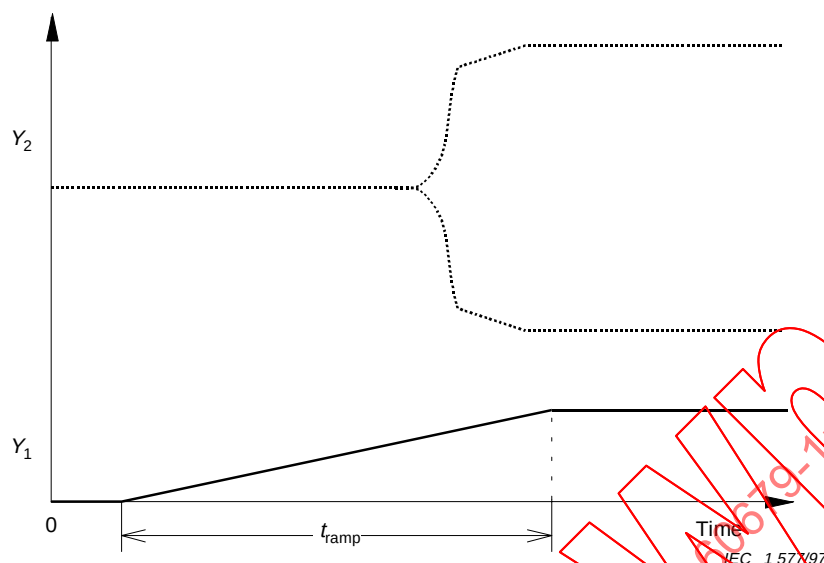


Figure 14 – Typical start-up behaviour with slow supply voltage ramp

#### 4.5.9.2 Start-up time

In order to measure the start-up time of oscillation  $t_{SU}$  under specified conditions, the oscillator shall be connected to a programmable power supply (see figure 13).

The r.f. output signal and the supply voltage shall be registered by an oscilloscope, the time scale of which is suitably set to display the whole start-up interval.

The supply voltage ramps up linearly from zero to the nominal operating voltage. The ramp time  $t_{ramp}$  is chosen to be less than one tenth of the specified or expected start-up time of the oscillator.

The start-up time  $t_{SU}$  is measured as the difference between the starting point of the d.c. ramp and the time when the r.f. output signal fulfils certain conditions which are given below:

a) quasi-sinusoidal waveforms

the signal envelope is 90 % of the steady-state peak-to-peak amplitude, unless otherwise specified;

b) pulse waveforms

the output pulse sequence is periodical near the steady-state frequency while its low level  $V_{LO}$  remains below  $V_{OL}$  and its high level  $V_{HI}$  exceeds  $V_{OH}$  permanently, where  $V_{OH}$  and  $V_{OL}$  are defined by the applicable logic family.

#### Precaution

Logic output may show spurious oscillations prior to the appearance of the steady-state signal.

NOTE – Make sure that the internal blocking capacitors of the oscillator are discharged before the start of the measurement.

Un exemple est donné à la figure 15.

La méthode décrite peut être appliquée soit une fois, soit plusieurs fois. Dans ce dernier cas, les conditions suivantes doivent être remplies (voir figure 16):

$t_{\text{ramp}}$  comme ci-dessus;

$t_{\text{hold}} \geq 100 t_{\text{SU}}$ ;

$t_{\text{off}}$ : temps suffisant pour qu'une nouvelle mesure ne change pas le résultat de  $t_{\text{SU}}$ , par exemple  $t_{\text{off}} \geq 100 t_{\text{SU}}$ .

Pendant  $t_{\text{off}}$ , les connexions d'alimentation de l'oscillateur doivent être reliées à la masse afin de décharger complètement les capacités de découplage internes.

NOTE – Le facteur 100 dans les formules pour  $t_{\text{hold}}$  et  $t_{\text{off}}$  peut être réduit jusqu'à de plus petites valeurs, cependant il est nécessaire de vérifier que le temps de démarrage mesuré n'est pas changé, surtout pour les résonateurs ayant le facteur de qualité élevé.

### Précaution

La source d'alimentation doit être capable de débiter le courant nécessaire pour réaliser la montée en tension spécifiée sur l'oscillateur. Elle doit aussi absorber le courant de décharge de l'oscillateur pendant la période  $t_{\text{off}}$ .

### Conditions spécifiées

Les conditions d'essai suivantes doivent être prescrites dans la spécification particulière:

- tension d'alimentation;
- conditions de charge;
- temps de démarrage;
- pour les oscillateurs contrôlés en tension: tension continue de contrôle.

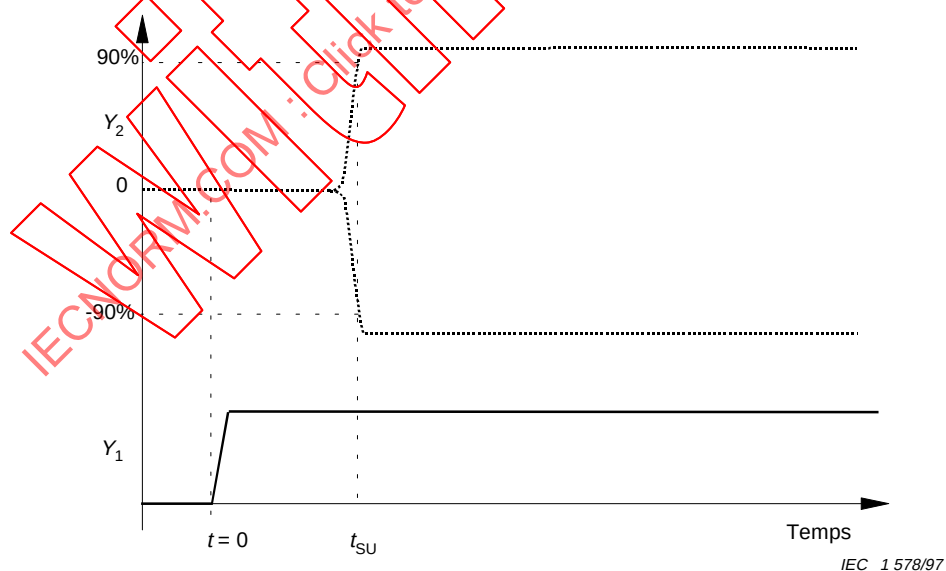


Figure 15 – Définition du temps de démarrage

An example is given in figure 15.

The described procedure can be applied either as a single shot or as a periodical measurement. In the latter case, the following conditions shall be fulfilled (see figure 16):

$t_{\text{ramp}}$  as above;

$t_{\text{hold}} \geq 100 t_{\text{SU}}$ ;

$t_{\text{off}}$ : minimum length shall be chosen such that a further prolongation does not change the result for  $t_{\text{SU}}$ , for example  $t_{\text{off}} \geq 100 t_{\text{SU}}$ .

During  $t_{\text{off}}$  the supply voltage terminal of the oscillator shall be short-circuited to ground in order to discharge internal blocking capacitors properly.

NOTE – The factor 100 in formulae for  $t_{\text{hold}}$  and  $t_{\text{off}}$  can be reduced to smaller values, however, it should be verified that the measured start-up time is not changed, particularly for high Q resonators.

### Precaution

The power supply shall be able to deliver sufficient current to realize the specified voltage ramp at the oscillator supply voltage terminal. It shall be able to drain the discharge current of the oscillator during the  $t_{\text{off}}$  period.

### Specified conditions

The following test conditions shall be stated in the detail specification:

- power supply voltage;
- load details;
- start-up time;
- in the case of VCXO: d.c. control voltage.

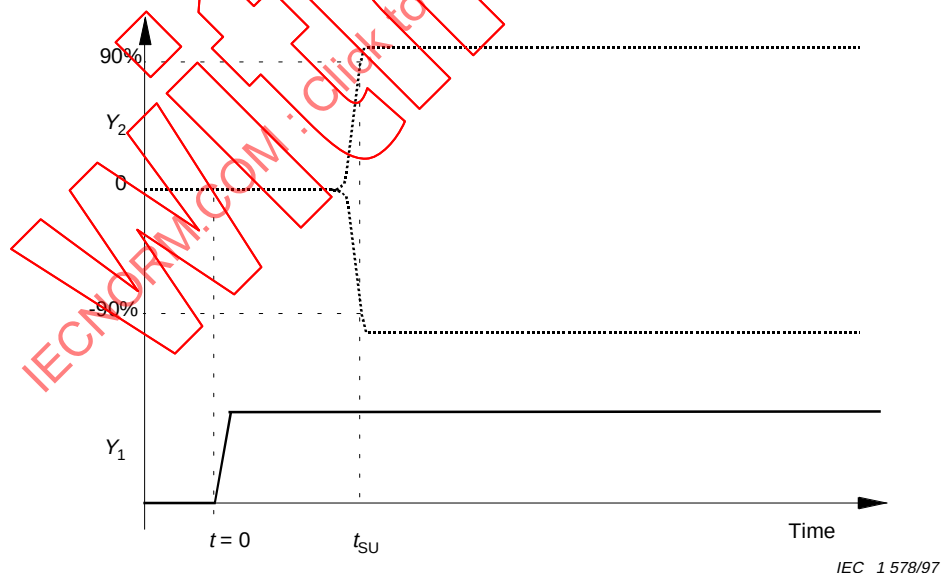


Figure 15 – Definition of start-up time

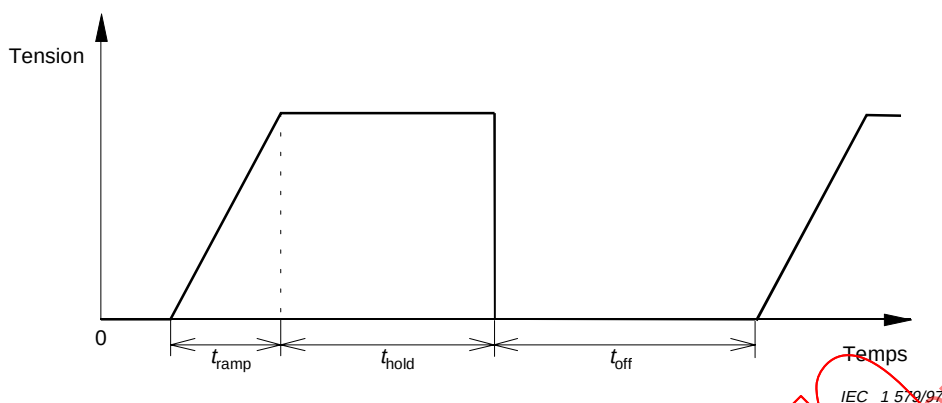


Figure 16 – Forme d'onde de la tension d'alimentation pour la mesure périodique de  $t_{su}$

#### 4.5.10 Temps de stabilisation

L'oscillateur non alimenté doit être placé dans la chambre climatique et connecté à la charge spécifiée conformément au circuit d'essai de la figure 10. La mesure de la fréquence doit s'effectuer conformément aux dispositions de 4.5.4. La température de la chambre climatique doit être réglée conformément à ce qui est précisé dans la spécification particulière. L'oscillateur doit alors être alimenté et la fréquence de sortie doit être enregistrée en fonction du temps à l'aide d'un enregistreur. Le temps de stabilisation  $t_s$  doit être le temps pris par l'oscillateur pour que sa fréquence de sortie entre dans les limites de tolérance spécifiées par rapport à sa valeur stabilisée supposée acquise pour un temps spécifié (voir figure 17).

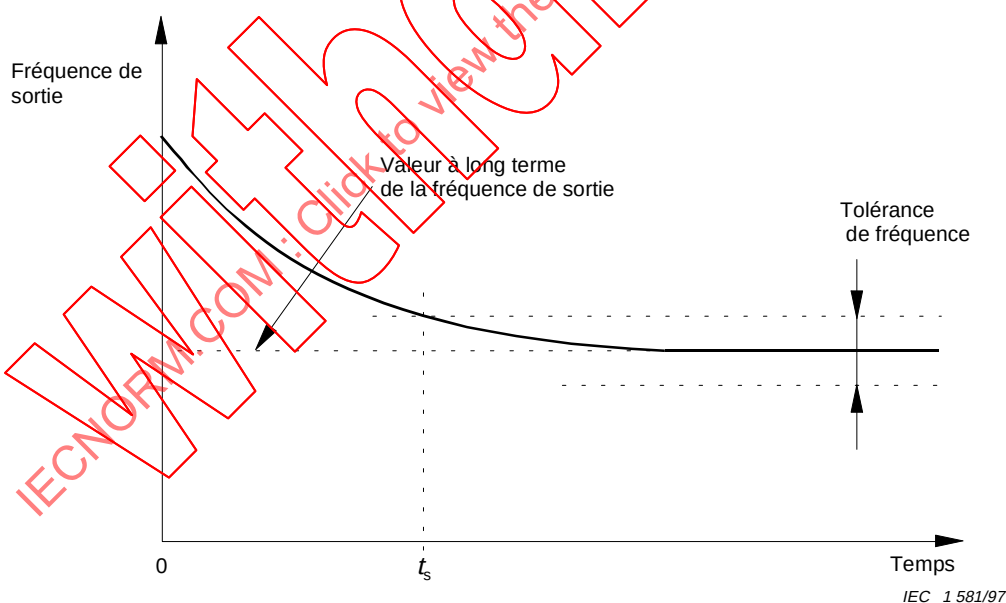


Figure 17 – Caractéristique typique du temps de stabilisation d'un oscillateur

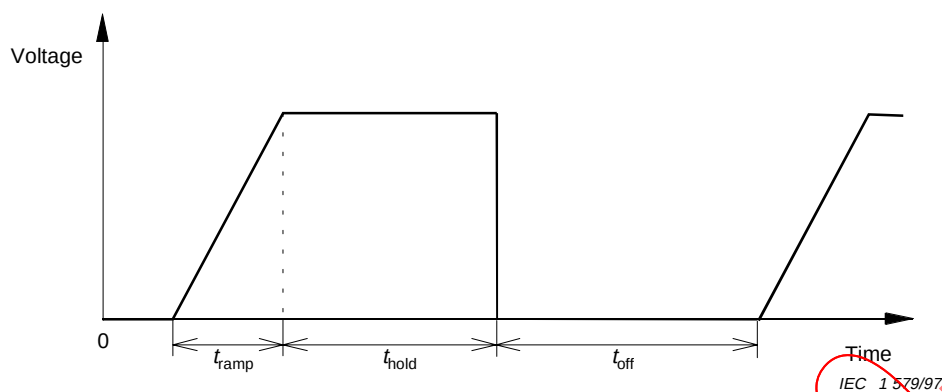


Figure 16 – Supply voltage waveform for periodical  $t_{SU}$  measurement

#### 4.5.10 Stabilization time

The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and connected to the specified load using the test circuit shown in figure 10. The frequency measurement used shall be as described in 4.5.4. The temperature of the chamber shall be adjusted to that specified in the detail specification. The oscillator shall then be energized and the output frequency registered on the recording meter as a function of time. The stabilization time  $t_s$  shall be the time taken for the oscillator output frequency to remain within a specified tolerance of its long-term value determined after a specified elapsed time (see figure 17).

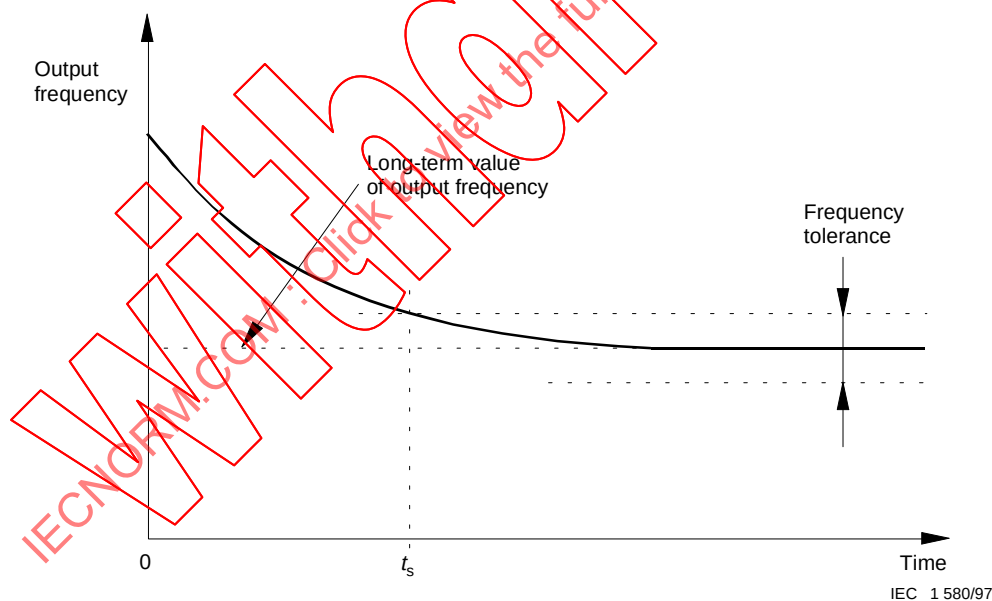


Figure 17 – Typical oscillator stabilization characteristic

#### 4.5.11 Gamme d'ajustage de la fréquence

L'oscillateur doit être connecté comme indiqué en 4.5.4 et, si nécessaire, avec un contrôle approprié de tension. L'oscillateur doit être mis sous tension et le temps spécifié, dans des conditions normales de fonctionnement, lui sera laissé pour se stabiliser. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, le dispositif d'ajustage de fréquence de l'oscillateur doit être réglé sur la valeur la plus faible et la plus élevée pour lesquels la fréquence de sortie doit être mesurée.

#### 4.5.12 Caractéristiques de retraçabilité

L'oscillateur non alimenté doit être placé dans la chambre climatique et connecté à la charge spécifiée, conformément au circuit d'essai de la figure 10. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la chambre doit être maintenue dans une gamme de températures comprise entre 20 °C et 30 °C ± 0,5 °C. L'oscillateur doit être mis sous tension et tous les paramètres de fonctionnement doivent être réglés aux valeurs spécifiées, après quoi la fréquence doit être mesurée en fonction du temps.

Après une période de fonctionnement spécifiée ( $t_1$ , figure 18, qui doit être supérieure au temps de stabilisation), la fréquence de sortie doit être enregistrée. La tension d'alimentation doit alors être supprimée et l'oscillateur doit être soumis à la température de stockage pendant une durée  $t_2$  spécifiée. A la fin de la période de stockage, la tension d'alimentation est de nouveau appliquée et la fréquence enregistrée en fonction du temps. Le temps de retraçabilité  $t_r$  est l'intervalle de temps nécessaire pour que la fréquence de sortie revienne dans la tolérance spécifiée de la valeur enregistrée avant l'arrêt de l'oscillateur.

Si l'oscillateur est stocké (pendant la période  $t_2$ ) ailleurs que dans la chambre climatique, un temps convenable doit être accordé, avant le début des mesures de fréquence, pour que l'oscillateur atteigne la température spécifiée pour les mesures. Il convient de considérer le temps de stabilisation (dans des conditions de non-fonctionnement) comme une partie de la période de stockage  $t_2$ .

NOTE – Des dispositions sont prises pour avoir des spécifications distinctes de mesure de la température car, bien que les températures puissent être identiques, la tolérance de la température de stockage peut être beaucoup plus grande que celle de la température de mesure.

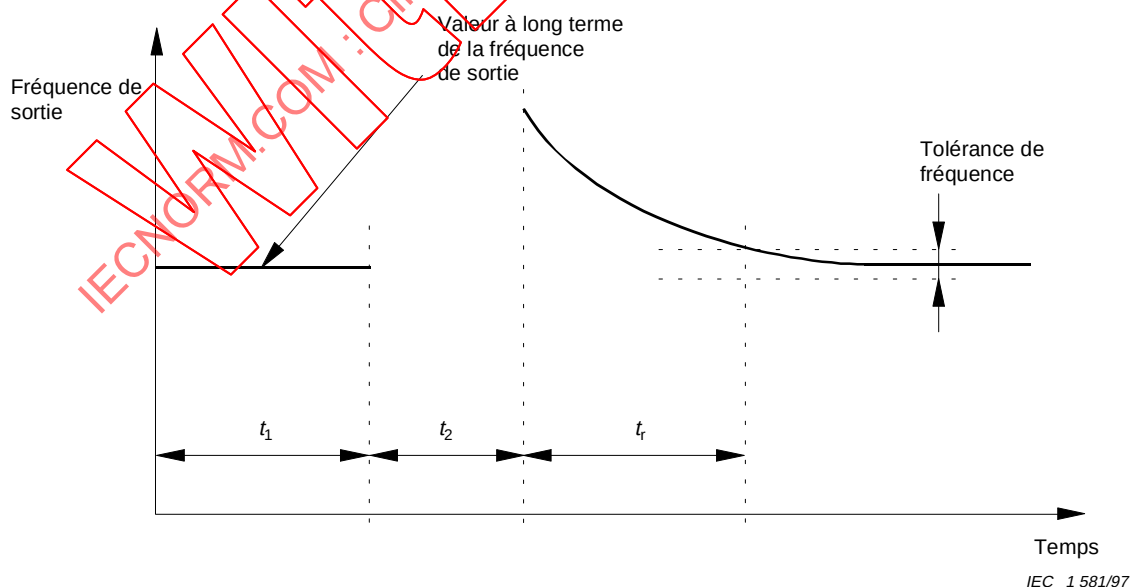


Figure 18 – Exemple de caractéristique de retraçabilité

#### 4.5.11 Frequency adjustment range

The oscillator shall be connected as shown in 4.5.4 and, where necessary, to an appropriate control voltage. The oscillator shall be energized and allowed to stabilize for the specified time under normal operating conditions. The means by which the oscillator output frequency adjustment is made shall be adjusted to its maximum and minimum and the output frequency measured, unless otherwise stated in the detail specification.

#### 4.5.12 Retrace characteristics

The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and connected to the specified load, using the test circuit shown in figure 10. The chamber shall be maintained at a temperature in the range 20 °C to 30 °C, controlled within  $\pm 0,5$  °C, unless otherwise stated in the detail specification. The oscillator shall be energized and all operating parameters adjusted to specified values, after which the frequency shall be measured as a function of time.

Following a specific period of operation ( $t_1$ , figure 18, which shall exceed the stabilization time), the output frequency shall be recorded. The oscillator is then turned off, and allowed to assume the specified storage temperature for the specified time period  $t_2$ . At the end of the storage period, power is again applied, and frequency recorded as a function of time. The retrace time  $t_r$  is the time period following application of power required for the output frequency to return to within the specified tolerance of the value recorded before turn-off.

If the oscillator is stored (during period  $t_2$ ) elsewhere than in the environmental chamber, adequate time shall be allowed for the oscillator to settle to the temperature specified for frequency measurement before any measurement of frequency takes place; this stabilization time (in an unenergized condition) should be taken as a part of the storage period  $t_2$ .

NOTE – Provision is made for a separate specification of measurement temperature as, although the temperatures may be the same, the tolerance of the storage temperature may be considerably greater than that of the measurement temperature.

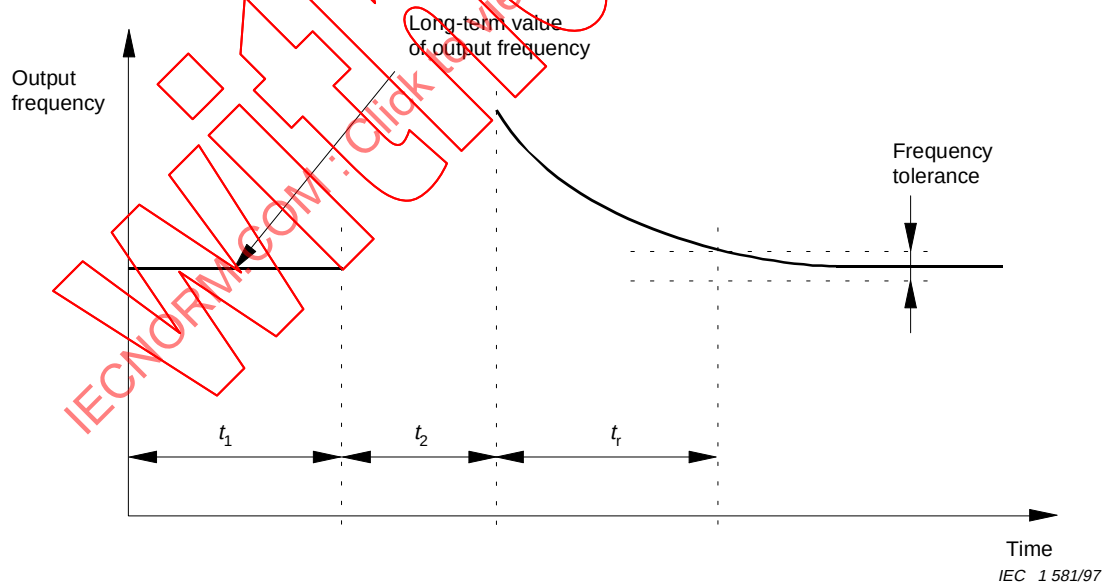


Figure 18 – Example of retrace characteristic

#### 4.5.13 Tension de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale)

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 19, à la tension d'alimentation spécifiée puis être chargé. Il doit se stabiliser dans le laps de temps spécifié. La tension de sortie doit être mesurée aux bornes de la charge et doit rester dans la gamme d'ajustage des fréquences spécifiées, quelle que soit la fréquence à l'intérieur des limites spécifiées d'ajustage. Les mesures doivent être réalisées à la température de référence mais peuvent se faire sur la gamme de températures de fonctionnement si la spécification particulière l'exige. Les mesures doivent être prises avec un voltmètre radiofréquence pour les tensions efficaces et un oscilloscope pour les tensions crête à crête.

Dans le cas de formes d'onde quasi sinusoïdales, la puissance de sortie doit toujours être mesurée à l'aide d'un wattmètre à lecture directe ou à l'aide d'un voltmètre de valeur efficace vraie.

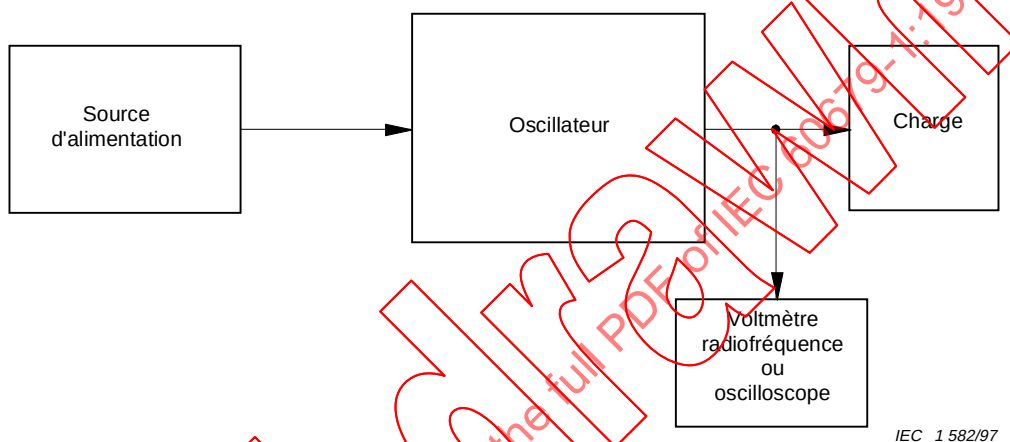


Figure 19 – Circuit d'essai pour la mesure de la tension de sortie

#### 4.5.14 Tension de sortie de l'oscillateur (forme d'onde pulsée)

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 20, à la charge spécifiée (voir annexe A pour les détails des circuits de charge en fonctionnement pour circuits logiques).

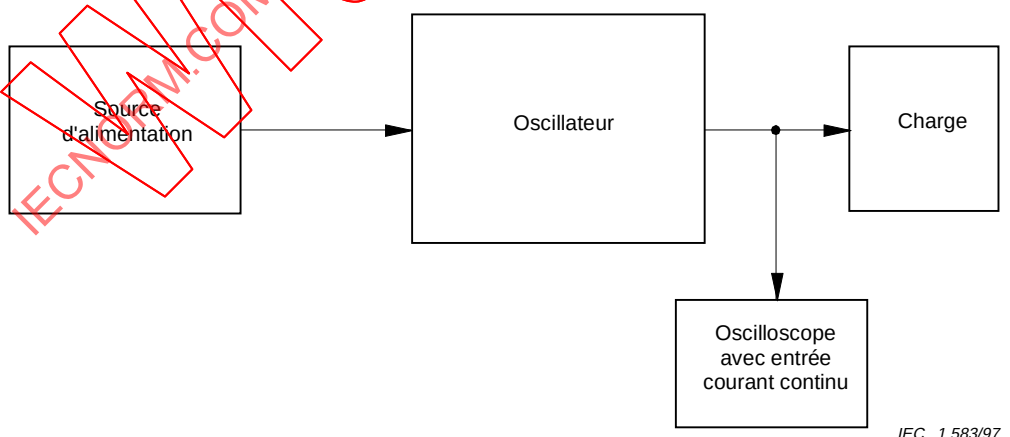


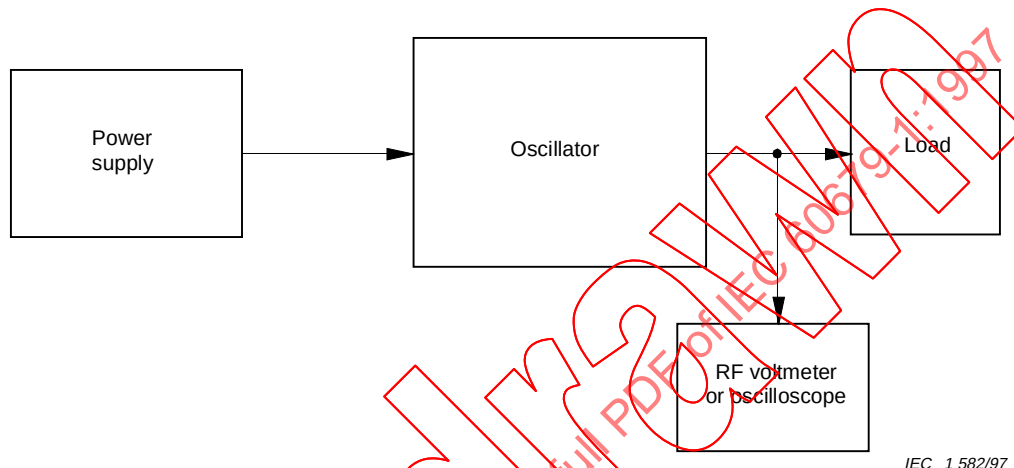
Figure 20 – Circuit d'essai pour la mesure des tensions de sortie pulsées

Les tensions de sortie à bas et haut niveau (voir figure 3) doivent être mesurées avec l'oscilloscope et doivent se situer dans les limites spécifiées dans la spécification particulière.

#### 4.5.13 Oscillator output voltage (sinusoidal)

The oscillator shall be connected, as shown in figure 19, to the specified supply voltage and load. It shall be allowed to stabilize for the specified period of time. The output voltage shall be measured across the load, and shall remain within the specified limits over the range of any frequency adjustment specified. Measurements shall be performed at the reference temperature, but may be carried out over the operating temperature range if required by the detail specification. Measurement shall be made with an r.f. voltmeter for r.m.s. voltages and an oscilloscope for peak-to-peak voltages.

In the case of quasi-sinusoidal waveforms, the measurement of output power shall always be performed by a direct-reading power meter or by means of a true r.m.s. reading voltmeter.

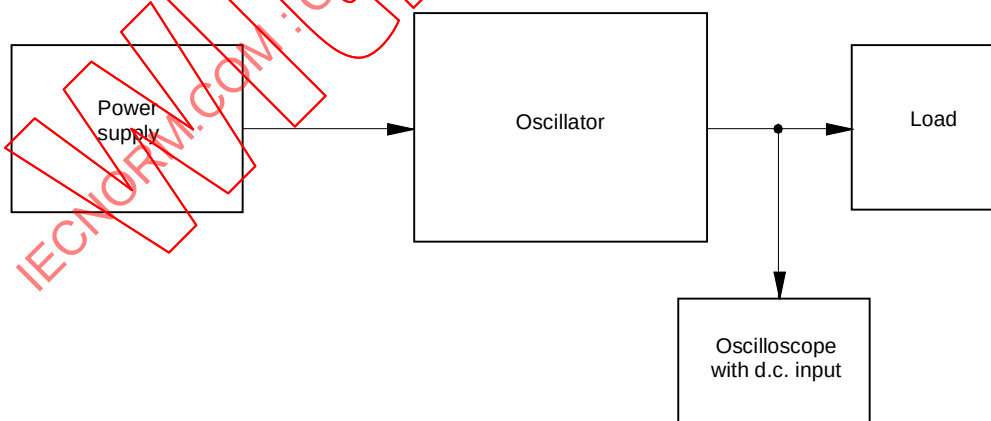


IEC 1582/97

Figure 19 – Test circuit for the measurement of output voltage

#### 4.5.14 Oscillator output voltage (pulse waveform)

The oscillator shall be connected, as shown in figure 20, with the specified load (see annex A for details of load circuits for logic drive).



IEC 1583/97

Figure 20 – Test circuit for the measurement of pulse outputs

The high and low level output voltages (see figure 3) shall be measured on the oscilloscope, and shall be within the limits specified in the detail specification.

#### 4.5.15 Forme d'onde de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale)

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, conformément à la figure 21.

L'analyseur de spectre doit être réglé de manière qu'il détecte une gamme de fréquences qui inclut les harmoniques appropriées de l'oscillateur. La figure 22 présente des formes d'onde typiques quasi sinusoïdales; la figure 23 montre les spectres de fréquence correspondants.

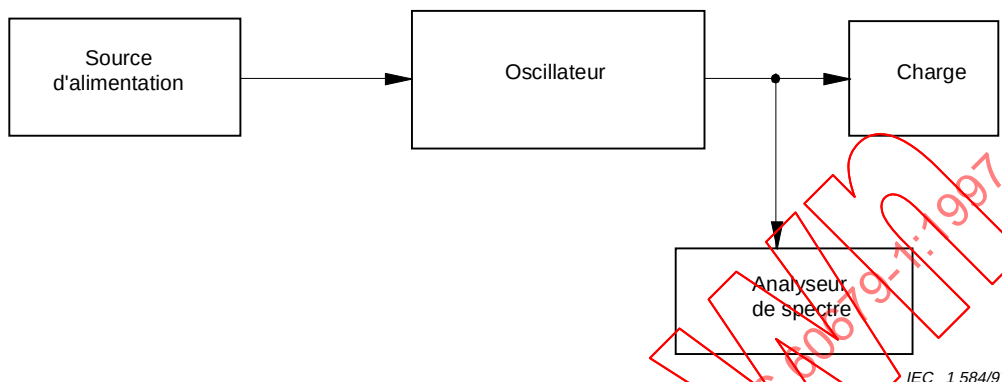


Figure 21 – Circuit d'essai pour la mesure de distorsion harmonique



Figure 22a – Symétrique

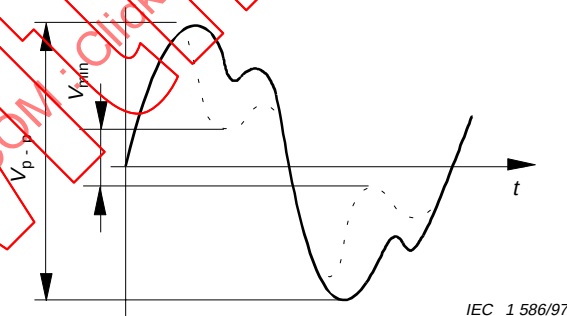


Figure 22b – Fortes composantes harmoniques impaires

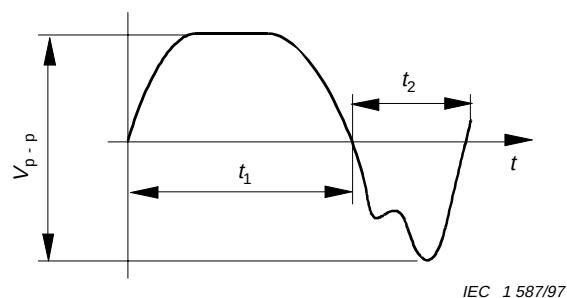


Figure 22c – Fortes composantes harmoniques paires

Figure 22 – Formes d'onde de sortie quasi sinusoïdales

#### 4.5.15 Oscillator output waveform (sinusoidal)

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 21.

The spectrum analyzer shall be adjusted to display a frequency range which embraces the appropriate harmonics of the oscillator. Typical quasi-sinusoidal waveforms are shown in figure 22, and typical frequency spectra are shown in figure 23.

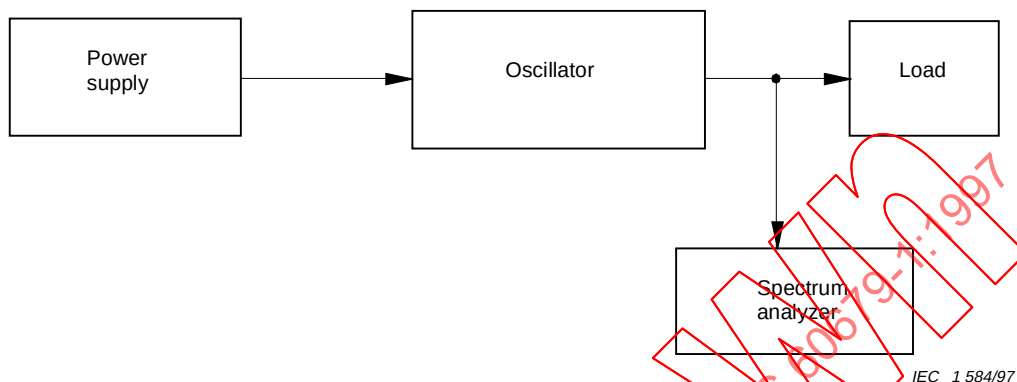


Figure 21 – Test circuit for harmonic distortion measurement



Figure 22a – Symmetrical

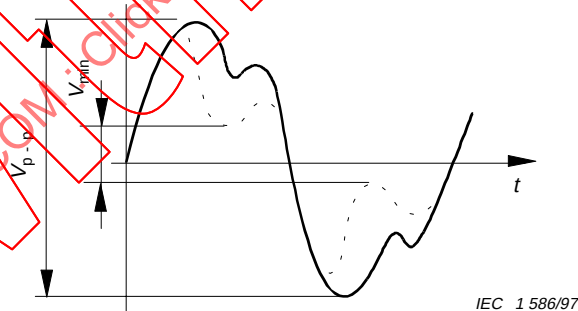


Figure 22b – Large odd harmonic content

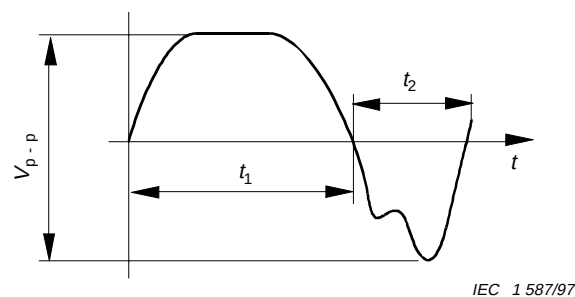


Figure 22c – Large even harmonic content

Figure 22 – Quasi-sinusoidal output waveforms

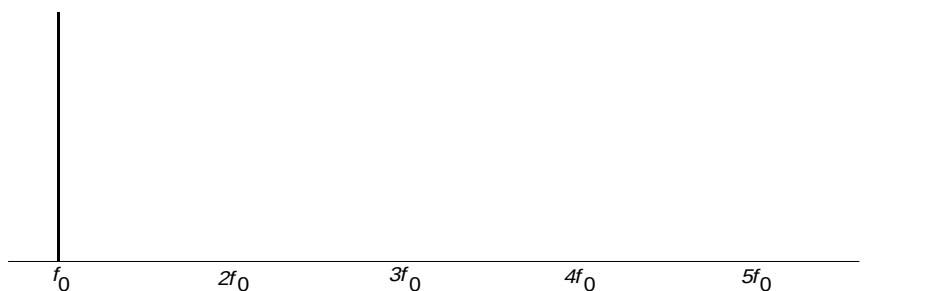


Figure 23a – Spectre idéal

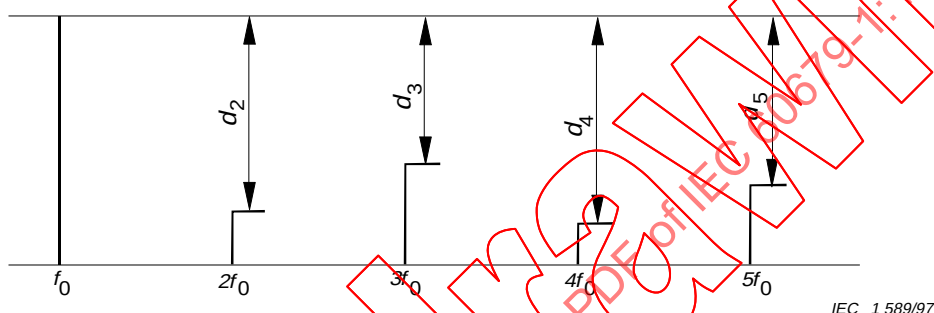


Figure 23b – Spectre présentant d'importantes distorsions harmoniques

Figure 23 – Spectre de fréquence avec distorsion harmonique

Habituellement, les spectres doivent être directement mesurés, en décibels, sur l'analyseur de spectre comme un rapport de puissance par rapport à la puissance de la porteuse ou en variante, le pourcentage de distorsion de l'harmonique doit être établi comme suit:

$$D_x = \frac{100}{10^{\frac{d_x}{20}}}$$

où

$D_x$  est la valeur, en pourcentage, de la distorsion harmonique;

$d_x$  est la différence de niveau entre la fondamentale et l'harmonique considérée du spectre (en décibels) mesurée sur l'analyseur de spectre;

$x$  est le rang de l'harmonique.

Lorsque cette méthode d'essai est utilisée, les précautions suivantes doivent être observées:

- il faudra veiller à ce qu'il ne se produise pas de distorsion dans le mélangeur d'entrée de l'analyseur de spectre;
- une distorsion non linéaire (présentant l'apparence d'une distorsion harmonique) sera produite si le mélangeur d'entrée est saturé. Ce point peut être vérifié en plaçant un atténuateur entre l'oscillateur et l'analyseur de spectre et en effectuant des mesures à divers niveaux de puissance. Il convient que les réglages de l'atténuateur n'affectent pas le pourcentage de distorsion harmonique.

NOTE – La distorsion harmonique totale peut être obtenue à partir de la somme des réponses liées à chaque harmonique.

$$D_{\text{total}} = 100 \left[ 10^{\frac{-d_2}{10}} + 10^{\frac{-d_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{-d_n}{10}} \right]^{-1/2}$$

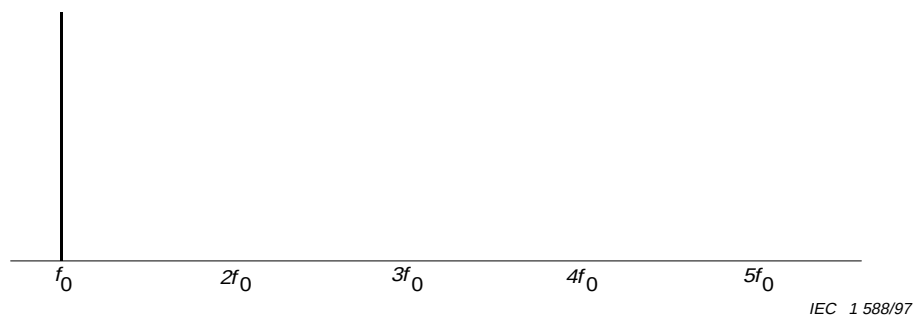


Figure 23a – Ideal spectrum

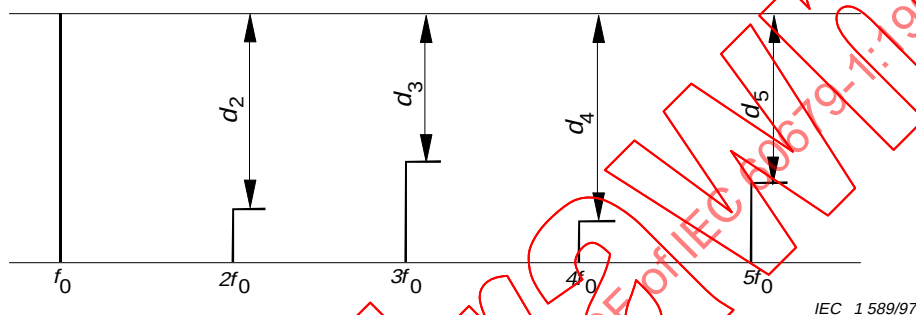


Figure 23b – Spectrum showing severe harmonic distortion

Figure 23 – Frequency spectrum for harmonic distortion

The spectra on the spectrum analyzer shall be measured, usually directly in decibels, as a power ratio with respect to the carrier power, expressed in decibels or, alternatively, the percentage distortion of the harmonic shall be calculated as follows:

$$D_x = \frac{100}{10^{\frac{d_x}{20}}}$$

where

$D_x$  is the percentage of harmonic distortion;

$d_x$  is the difference in level of fundamental and harmonic (in decibels) as measured on the spectrum analyzer;

$x$  is the harmonic number.

When using this test method it shall be necessary to observe the following precautions:

- care shall be taken to ensure that the distortion is not produced in the input mixer of the spectrum analyzer;
- non-linear distortion (having the appearance of harmonic distortion) will be produced if the input mixer is over-loaded. This may be checked by placing an attenuator between the oscillator and the spectrum analyzer, and taking measurements at various power levels. The attenuator setting should not affect the percentage of harmonic distortion.

NOTE – The total harmonic distortion may be obtained from a summation of the individual harmonically related responses.

$$D_{\text{total}} = 100 \left[ 10^{\frac{-d_2}{10}} + 10^{\frac{-d_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{-d_n}{10}} \right]^{-1/2}$$

#### 4.5.16 Forme d'onde du signal de sortie (impulsion)

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 20, et alimenté avec la charge spécifique (voir annexe A pour les détails des circuits de charge pour les circuits logiques).

##### 4.5.16.1 Temps de montée et de descente (voir 2.2.33 et 2.2.34)

Les mesures doivent être prises à la fois sur les flancs de montée et de descente à l'intérieur des limites de la tension d'entrée à l'intérieur desquelles le fonctionnement de la famille logique particulière est garanti, par exemple pour les familles logiques TTL et CMOS entre  $V_{OH}$  min. et  $V_{OL}$  max. ou aux points 10 % et 90 % par rapport à la portion plate du niveau d'amplitude maximal. Dans cette mesure, un dépassement doit être négligé si sa crête n'excède pas les limites spécifiées pour les niveaux en régime permanent ou si la cause de ce dépassement peut être reliée aux inductances externes à l'oscillateur et à l'oscilloscope.

Si une précision plus importante est exigée, la formule de correction suivante doit être appliquée:

$$t_a = \sqrt{(t_i)^2 - (t_s)^2}$$

où

$t_i$  est le temps de montée ou de descente mesuré;

$t_s$  est le temps de montée ou de descente de l'oscilloscope;

$t_a$  est le temps réel.

##### 4.5.16.2 Durée de l'impulsion (voir 2.2.32)

La durée de l'impulsion de l'oscillateur doit être mesurée à l'aide de l'oscilloscope en même temps que le temps de montée et de descente. Sauf spécification contraire, les mesures doivent être réalisées au point central entre  $V_{OL}$  max. et  $V_{OH}$  min. ou à 50 % entre le niveau bas et le niveau haut.

##### 4.5.16.3 Symétrie (voir 2.2.36)

Si cela est spécifié, la symétrie de la forme d'onde de l'oscillateur doit être déterminée au moment où les temps de montée et de descente sont mesurés. Sauf spécification contraire, les mesures doivent être réalisées au point central entre  $V_{OL}$  max. et  $V_{OH}$  min. ou à 50 % entre le niveau bas et le niveau haut.

#### 4.5.17 Puissance de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale)

L'essai à réaliser doit être identique à celui de 4.5.13, tension de sortie. La puissance de sortie doit être calculée à partir de la valeur efficace de la tension de sortie et de la valeur de l'impédance de charge ou, en variante, peut être lue directement sur un appareil de mesure de puissance approprié. Dans le cas de formes d'onde quasi sinusoïdales, la puissance de sortie doit toujours être mesurée par lecture directe sur un appareil de mesure de la puissance ou au moyen d'un voltmètre de valeur efficace vraie.

#### 4.5.18 Impédance de sortie de l'oscillateur (sinusoïdale)

L'oscillateur doit être connecté, conformément à la figure 20, mais il doit être chargé avec une résistance de précision  $R_L$  (non réactive à  $\pm 1$  %), inférieure de 10 % à la valeur spécifiée de la charge. L'oscillateur doit être alimenté et être en mesure de se stabiliser dans le temps spécifié; la tension de sortie  $V_L$  doit alors être mesurée. Puis la charge doit être remplacée par une résistance de précision  $R_H$  (non réactive à  $\pm 1$  %), supérieure de 10 % à la valeur spécifiée de la charge et la tension de sortie  $V_H$  doit être mesurée. L'impédance de sortie doit être calculée en utilisant la formule:

#### 4.5.16 Oscillator output waveform (pulse)

The oscillator shall be connected, as shown in figure 20, and with the specified load (see annex A for details of load circuits for logic drive).

##### 4.5.16.1 Rise and decay times (see 2.2.33 and 2.2.34)

Measurements shall be made on both the rising and falling edges between the limits of the input voltage over which the operation of the particular logic family is guaranteed, for example, for TTL and CMOS logic families between  $V_{OH}$  min. and  $V_{OL}$  max. or at the 10 % and 90 % points with respect to the flat portion of the maximum amplitude level. Overshoot shall be disregarded in this measurement if its peak does not exceed the limits specified for the steady-state levels, or if the cause for the overshoot can be traced to inductances external to the oscillator and oscilloscope.

Where higher accuracies are required the following correction formula shall be used:

$$t_a = \sqrt{(t_i)^2 - (t_s)^2}$$

where

$t_i$  is the measured rise or decay time;

$t_s$  is the oscilloscope rise or decay time;

$t_a$  is the actual time.

##### 4.5.16.2 Pulse duration (see 2.2.32)

The pulse duration of the oscillator shall be measured with the oscilloscope when the rise and decay times are measured. Unless otherwise specified, measurements shall be made at the midpoint between  $V_{OL}$  max. and  $V_{OH}$  min. or at the 50 % level.

##### 4.5.16.3 Symmetry (see 2.2.36)

When specified the symmetry of the waveform from the oscillator shall be determined when the rise and decay times are measured. Unless otherwise specified, measurements shall be made at the midpoint between  $V_{OL}$  max. and  $V_{OH}$  min. or at the 50 % level.

#### 4.5.17 Oscillator output power (sinusoidal)

The test procedure shall be carried out as for 4.5.13, output voltage. The output power shall be calculated from the r.m.s. output voltage and the load impedance or, alternatively, it may be read directly from an appropriate power meter. In the case of quasi-sinusoidal waveforms, the measurement of output power shall always be performed by a direct-reading power meter or by means of a true r.m.s. reading voltmeter.

#### 4.5.18 Oscillator output impedance (sinusoidal)

The oscillator shall be connected, as shown in figure 20, except that the load shall be a precision ( $\pm 1$  % non-reactive) resistor  $R_L$ , equal to the specified load minus 10 %. The oscillator shall be energized and allowed to stabilize for the specified period of time after which the output voltage  $V_L$  shall be measured. The load shall then be replaced with a precision ( $\pm 1$  % non-reactive) resistor  $R_H$ , equal to the specified load plus 10 % and the output voltage  $V_H$  measured. The output impedance shall be calculated using the expression:

$$Z = \frac{R_L R_H (V_H - V_L)}{V_L R_H - V_H R_L}$$

NOTE – Cette méthode n'est utilisable que si l'impédance de sortie de l'oscillateur est résistive. Elle est en outre imprécise lorsque la résistance de sortie est considérablement plus faible que l'impédance de la charge.

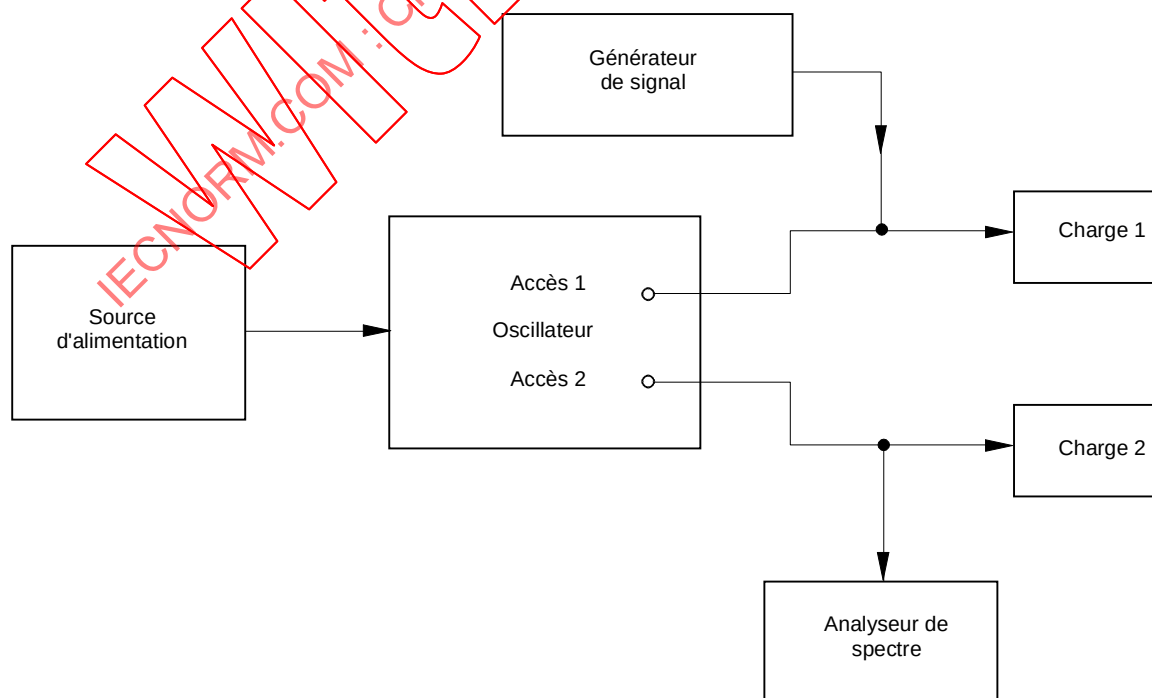
#### 4.5.19 Couplage entre sorties

L'oscillateur doit être connecté au circuit d'essai, conformément à la figure 24. Les accès de sortie entre lesquels le couplage entre sorties est mesuré doivent être reliés par un court-circuit. Le générateur de signal doit être réglé pour fournir le signal incident de niveau et de fréquence spécifiés. Le niveau de sortie de ce signal doit être mesuré, à l'aide d'un analyseur de spectre (ou d'un voltmètre sélectif), à l'accès auquel il n'a pas été appliqué (ou, dans le cas d'oscillateurs à multiples accès de sortie, à l'accès spécifié). Le court-circuit doit alors être supprimé et le niveau de sortie de nouveau mesuré.

Le rapport des mesures des deux signaux avec et sans court-circuit (généralement exprimé en décibels) est le couplage entre deux sorties entre les accès définis à cette fréquence. Ce rapport doit correspondre à celui prescrit dans la spécification particulière.

Lors de la réalisation de cet essai, les précautions suivantes doivent être observées:

- les charges présentées à l'oscillateur sont une combinaison de l'impédance de sortie du générateur de signal, de l'impédance d'entrée de l'analyseur de spectre (ou du voltmètre sélectif) et de charges extérieures appliquées;
- des précautions doivent être prises afin d'éviter une surtension de l'analyseur de spectre (ou du voltmètre sélectif) qui entraînerait une limitation du signal et une apparente réduction du couplage entre sorties;
- si la fréquence à laquelle le couplage entre sorties est mesuré est une harmonique de la fréquence de l'oscillateur, la valeur du couplage entre sorties obtenue est une valeur sous-estimée. Cependant, le résultat obtenu est utilisable si le niveau de l'harmonique est considérablement plus faible que le couplage à mesurer. Par contre, lorsque la composante harmonique du signal de sortie est d'un niveau élevé, il est nécessaire, avant de pouvoir effectuer les mesures, de mettre l'oscillateur hors service (c'est-à-dire de supprimer l'oscillation tout en laissant l'oscillateur alimenté).



IEC 1590/97

Figure 24 – Circuit d'essai pour déterminer le couplage entre les accès de sortie

$$Z = \frac{R_L R_H (V_H - V_L)}{V_L R_H - V_H R_L}$$

NOTE – This method is only valid if the output impedance of the oscillator is resistive, and it is not accurate when the output resistance is considerably lower than the load impedance.

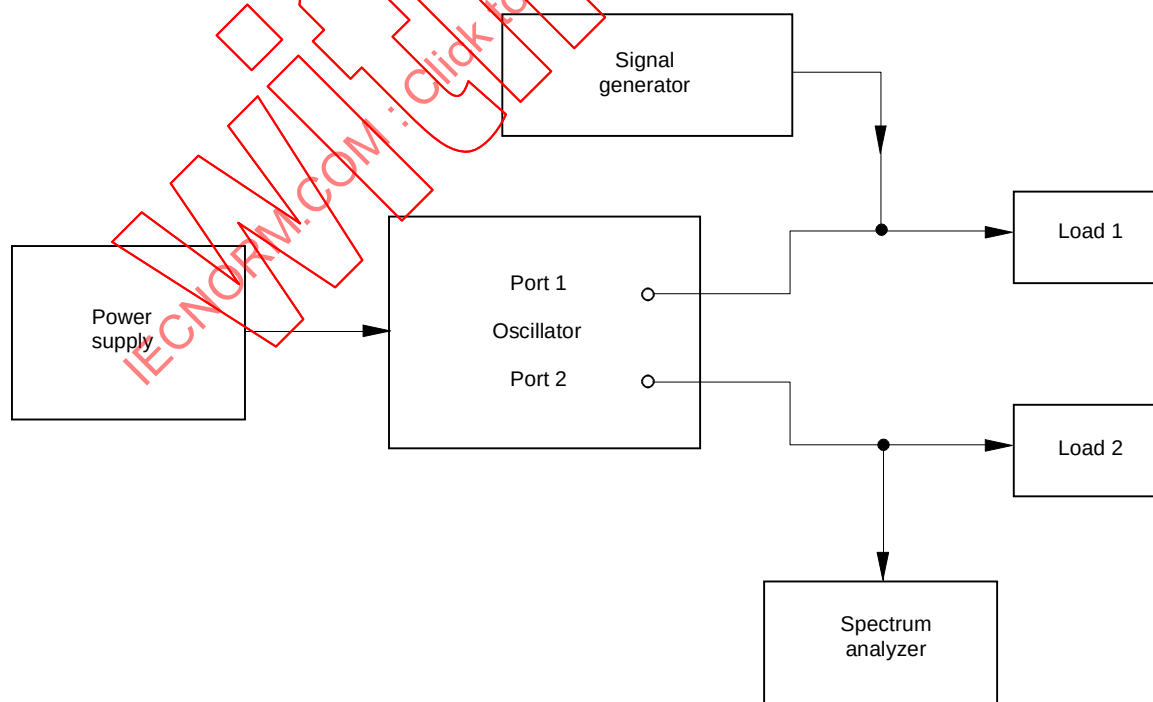
#### 4.5.19 Re-entrant isolation

The oscillator shall be connected to the test circuit, as shown in figure 24. The ports between which the isolation is to be measured shall be shorted together. The level and frequency of the re-entrant signal, as specified, shall be set on the signal generator. Using the spectrum analyzer (or selective voltmeter), the output level of this signal shall be measured at the port to which the signal is not being applied (or at the specified port in the case of oscillators with multiple ports). The shorting link shall then be removed and the output level again measured.

The ratio of the two signals measured with and without the shorting link (usually expressed in decibels) is the re-entrant isolation between the appropriate ports at that frequency. This ratio shall be as stated in the detail specification.

When carrying out this test, the following precautions shall be observed:

- the loads presented to the oscillator are a combination of the output impedance of the signal generator, the input impedance of the spectrum analyzer (or selective voltmeter) and any externally applied loads;
- care shall be taken to prevent overloading of the spectrum analyzer (or selective voltmeter), as this will cause signal limiting and an apparent reduction in re-entrant isolation;
- if isolation is to be measured at a frequency which is a harmonic of the oscillator, then a pessimistic value of re-entrant isolation will be obtained. However, if the harmonic level is considerably lower than the isolation to be measured, a usable result can still be achieved. Where the harmonic content of the output signal is high, it is necessary to disable the oscillator (that is, to cause the device to cease oscillation while still remaining energized) before measurements can be made.



IEC 1590/97

Figure 24 – Test circuit for the determination of isolation between output ports

#### 4.5.20 Efficacité de coupure des oscillateurs à porte

L'oscillateur doit être connecté selon le circuit d'essai de la figure 25 et les essais doivent être effectués de la manière suivante.

Le signal spécifié nécessaire pour commander la mise en circuit (ON) de l'oscillateur doit être appliqué et on doit mesurer, à l'aide de l'analyseur de spectre, le niveau du signal de sortie à sa fréquence fondamentale et à toute(s) fréquence(s) harmonique(s) spécifiée(s). Le signal spécifié nécessaire pour commander la mise hors circuit (OFF) de l'oscillateur doit ensuite être appliqué et le ou les niveaux de sortie mesurés.

Le rapport entre les niveaux de sortie correspondant aux états «ON» et «OFF» du circuit, généralement exprimé en décibels, correspond à l'efficacité de coupure à une fréquence particulière; ce rapport doit correspondre aux données spécifiées dans la spécification particulière.

Il faudra veiller à ce que l'analyseur de spectre ne soit pas sursaturé parce que cela provoquerait une limitation du signal et une réduction apparente de l'efficacité de coupure.

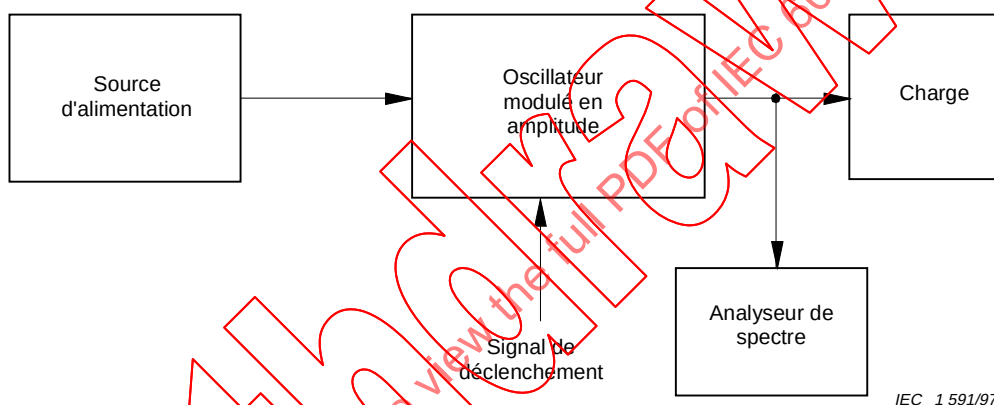


Figure 25 – Circuit d'essai pour déterminer l'efficacité de coupure de l'oscillateur à porte

#### 4.5.21 Caractéristiques de sortie trois états

##### 4.5.21.1 Courant de sortie d'un oscillateur trois états en mode désactivé

Cet essai est utilisé pour déterminer le courant de court-circuit tiré d'un oscillateur ayant une sortie trois états en mode désactivé.

L'oscillateur doit être connecté selon la figure 26. La borne «activé/désactivé» doit être connectée au niveau de tension continue appropriée via l'inverseur 1, c'est-à-dire à la tension spécifiée pour les oscillateurs prévus pour fonctionner au niveau bas, ou à la terre pour ceux prévus pour fonctionner au niveau haut et la puissance doit être appliquée à l'oscillateur.

Les niveaux de tension «activé/désactivé» doivent correspondre aux données spécifiées dans la spécification particulière. Cependant, il faudra veiller à ce que les tensions appliquées à la borne «activé/désactivé» et à la sortie ne soient pas supérieures à la tension appliquée à l'oscillateur.

La sortie de l'oscillateur est branchée alternativement, avec l'inverseur 2, à la tension d'alimentation et à la masse; le courant de sortie doit être mesuré dans les deux cas.

#### 4.5.20 Output suppression of gated oscillators

The oscillator shall be connected to the test circuit, as shown in figure 25, and the tests carried out as follows.

The specified signal necessary to gate the ON output of the oscillator shall be applied, and the level of the output at its fundamental frequency and at any harmonic frequency or frequencies, as specified, shall be measured on the spectrum analyzer. The specified signal necessary to gate the OFF output of the oscillator shall then be applied and the new output level(s) measured.

The ratio of the ON and OFF output levels, usually expressed in decibels, is the output suppression at a particular frequency, and shall be as specified in the detail specification.

Care shall be taken to prevent overloading of the spectrum analyzer, as this will cause signal limiting and an apparent reduction in output suppression.

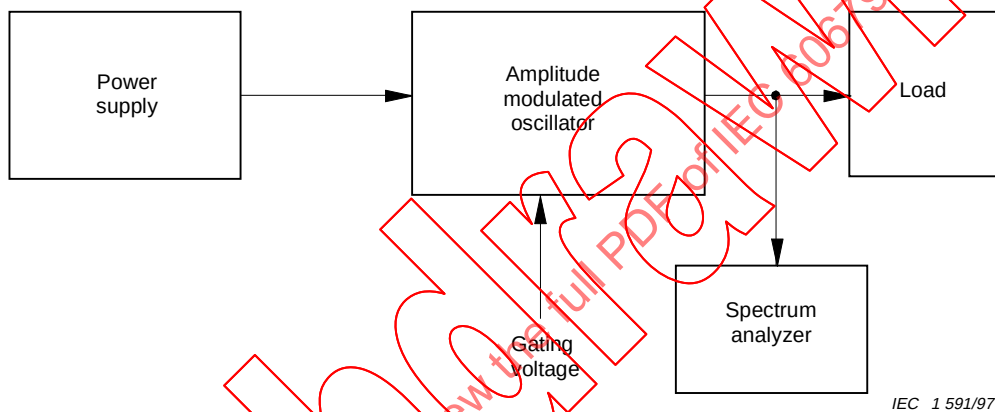


Figure 25 – Test circuit for measuring suppression of gated oscillators

#### 4.5.21 Tri-state output characteristics

##### 4.5.21.1 Tri-state disable mode output current

This test is used to determine the short-circuit output current drawn from an oscillator with a tri-state output when held in the disable mode.

The oscillator shall be connected as shown in figure 26. With the enable/disable pin connected to the appropriate d.c. level via switch 1, that is to the specified supply voltage for oscillators designed for enable low, or to earth for those designed for enable high, the power to the oscillator shall be applied.

The enable/disable voltage levels shall be as specified in the detail specification. However, care shall be taken to ensure that the voltages applied to the enable/disable pin and the output pin cannot exceed the voltage applied to the oscillator.

The oscillator output is then switched, by switch 2, in turn between the supply voltage and earth, and the output current at each setting measured.

Le maximum de courant de sortie autorisé dans la spécification particulière en mode «désactivé» ne doit pas être dépassé.

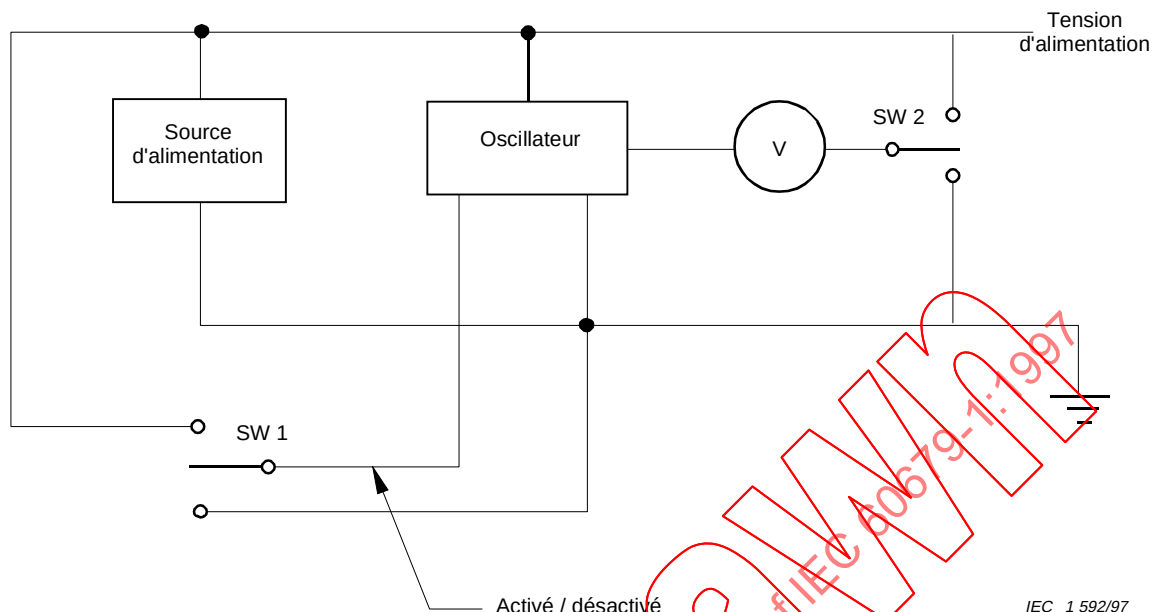


**Figure 26 – Circuit d'essai pour courant de sortie en mode trois états non validé**

#### 4.5.21.2 Temps de déclenchement de sortie

Pour mesurer le temps nécessaire à l'étage de sortie de l'oscillateur pour commuter du mode «activé» au mode «désactivé», l'oscillateur doit être connecté selon la figure 27. La valeur de  $R$  doit être choisie de manière que la constante de temps provenant de  $R$  et de la capacité d'entrée de l'oscilloscope n'affectent pas la précision de la mesure.

Les tensions d'activation/désactivation, de référence et d'alimentation spécifiées doivent être appliquées à l'oscillateur en s'assurant que les tensions d'activation/désactivation ne sont pas supérieures à la valeur de la tension d'alimentation.

L'entrée déclenchement monocoup de l'oscilloscope doit être ajustée à la transition du signal «activé/désactivé», comme approprié, et la visualisation simultanée des transitions oscilateur et déclenchement doit être effectuée. Le temps écoulé entre le moment d'application de la transition à l'entrée déclenchement et le moment où la sortie de l'oscillateur se stabilise à la tension de référence doit être mesuré.

The maximum permissible output current in the disable mode, as specified in the detail specification, shall not be exceeded.

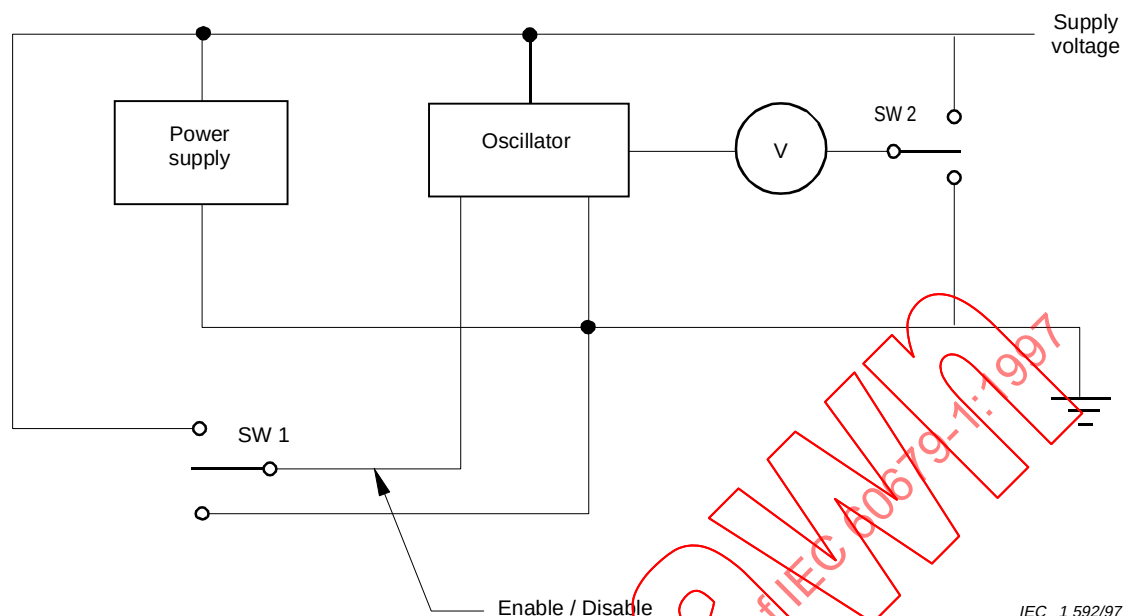


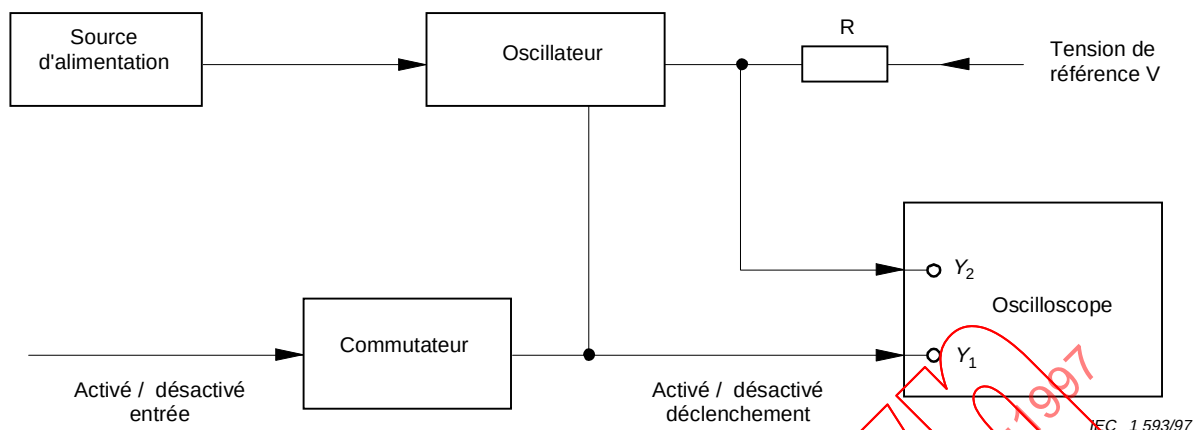
Figure 26 – Test circuit for tri-state disable mode output current

#### 4.5.21.2 Output gating time

To measure the time taken for the oscillator output stage to switch between the enable and disable modes, the oscillator shall be connected as shown in figure 27. The value of  $R$  shall be chosen so that the time constant formed by  $R$  and the oscilloscope input capacitance shall not affect the measurement accuracy.

The specified supply, reference, enable/disable voltages shall be applied to the oscillator, care being taken to ensure that the enable/disable voltages do not exceed the value of the supply voltage.

With an oscilloscope adjusted to trigger from either the enabling or disabling transition of the enable/disable input signal, as appropriate, and displaying the corresponding oscillator transition, together with the trigger transition, the gating time between the trigger transition and the time when the oscillator output stabilizes to the reference voltage shall be measured.



où

$$V = \frac{(V_{OH} - V_{OL})}{2} + V_{OL} \text{ est la tension de référence;}$$

$V_{OL}$  est la tension de sortie basse de l'oscillateur;

$V_{OH}$  est la tension de sortie haute de l'oscillateur.

**Figure 27 – Circuit d'essai pour les temps de déclenchement de sortie trois états**

#### 4.5.22 Caractéristiques de la modulation d'amplitude

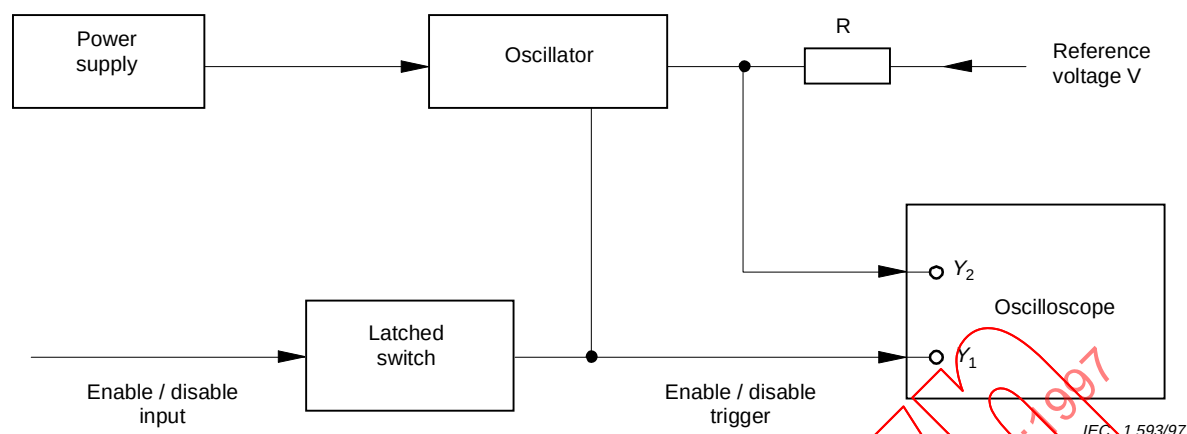
##### 4.5.22.1 Taux de modulation d'amplitude

###### Essai A

Cette méthode d'essai doit être utilisée pour un taux de modulation supérieur à 0,1 et inférieur à 1,0. L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée conformément à la figure 28 et le signal de modulation spécifié doit être appliqué. Les valeurs  $x$  et  $y$  (voir figure 29) de la forme d'onde doivent être mesurées et le taux de modulation ( $m$ ) doit être calculé à partir de l'équation suivante:

$$m = \frac{y - x}{y + x}$$

Le taux obtenu doit correspondre à la valeur indiquée dans la spécification particulière et le pourcentage de modulation doit être égal à 100  $m$  %. Cette méthode d'essai ne doit pas être appliquée lorsque  $m$  est inférieur à 0,1 car, dans ce cas, la précision de mesure est trop faible.



where

$$V = \frac{(V_{OH} - V_{OL})}{2} + V_{OL} \text{ is the reference voltage;}$$

$V_{OL}$  is the oscillator low level output voltage;

$V_{OH}$  is the oscillator high level output voltage.

Figure 27 – Test circuit for output gating time ~ tri-state

#### 4.5.22 Amplitude modulation characteristics

##### 4.5.22.1 Amplitude modulation index

###### Test A

This test procedure shall be used for a modulation index greater than 0,1 and less than 1,0. The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 28, and the specified modulating signal applied. Measurements of  $x$  and  $y$  (see figure 29) on the waveform shall be taken, and the modulation index ( $m$ ) calculated from the expression:

$$m = \frac{y - x}{y + x}$$

The index obtained shall be as stated in the detail specification and the percentage modulation shall be  $100 \cdot m \%$ . This method of measurement shall not be used when  $m$  is less than 0,1 because of inherently low measurement accuracy.

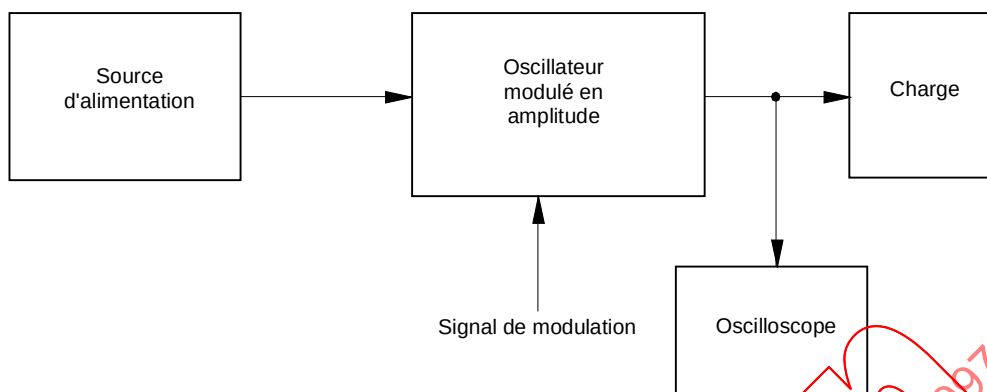


**Figure 28 – Circuit d'essai pour mesurer le taux de modulation**

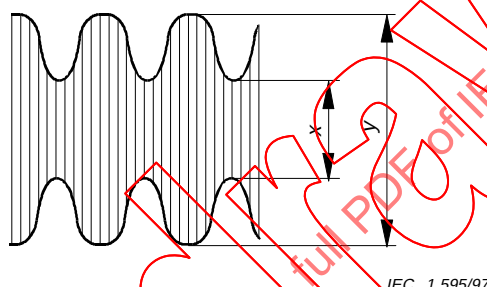


**Figure 29 – Forme d'onde de la modulation pour calculer le taux de modulation**

NOTE 1 – La précision de cette méthode n'est pas affectée par la modulation de fréquence.

NOTE 2 – Cette méthode est utilisable pour les formes d'onde non sinusoïdales.

## Essai B

Cette méthode d'essai doit être utilisée pour un taux de modulation inférieur à 0,1.

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée conformément à la figure 28, mais l'oscilloscope doit être remplacé par un analyseur de spectre ayant une largeur de bande de fréquence intermédiaire suffisamment étroite pour obtenir une discrimination adéquate entre le signal de sortie de l'oscillateur et le signal des bandes latérales. Le signal de modulation spécifié est appliqué à l'oscillateur. L'analyseur de spectre doit être réglé pour afficher le spectre de fréquence dans la région de la fréquence de sortie de l'oscillateur. Une échelle logarithmique doit être utilisée pour l'amplitude du signal (voir figure 30).

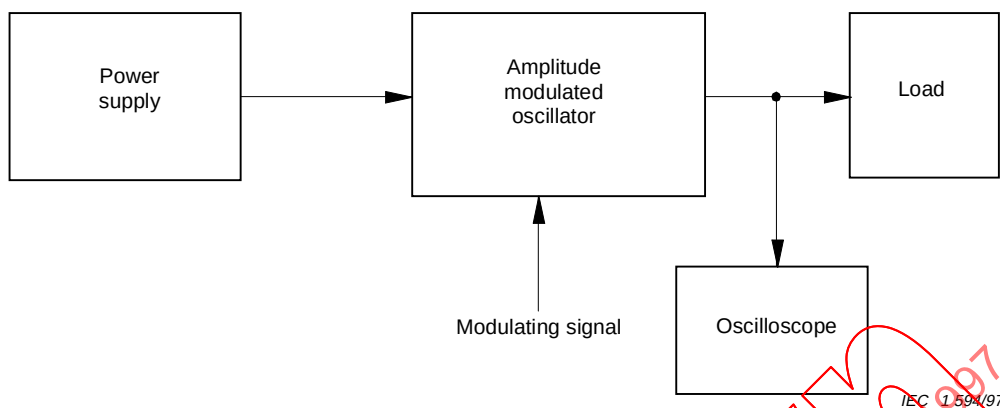


**Figure 28 – Test circuit for modulation index measurement**

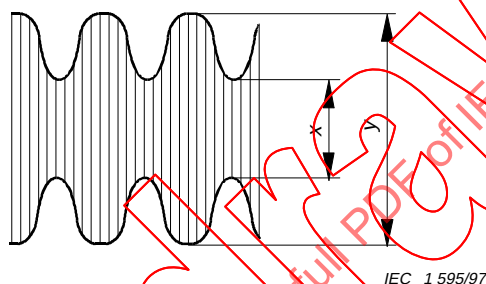


**Figure 29 – Modulation waveform for index calculation**

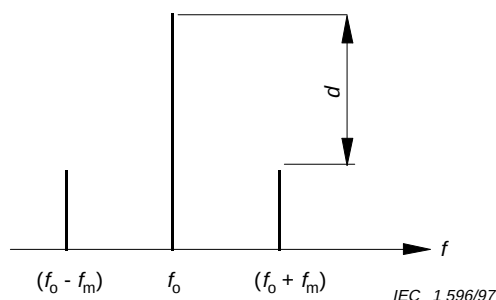
NOTE 1 – The accuracy for this method is unaffected by the presence of frequency modulation.

NOTE 2 – This method is valid for non-sinusoidal waveforms.

### Test B

The test procedure shall be used for a modulation index less than 0,1.

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 28, except that the oscilloscope shall be replaced by a spectrum analyzer having an i.f. bandwidth sufficiently narrow to provide adequate discrimination between the oscillator output and its sideband signals. With the specified modulating signal applied to the oscillator, the spectrum analyzer shall be adjusted to present a display of the frequency spectrum in the region of the output frequency of the oscillator, using a logarithmic signal amplitude scale (see figure 30).



- $f_0$  = fréquence de sortie de l'oscillateur  
 $f_m$  = fréquence du signal de modulation  
 $f_0 - f_m$  = bande latérale inférieure de la fréquence du signal  
 $f_0 + f_m$  = bande latérale supérieure de la fréquence du signal  
 $d$  = différence entre le niveau de la fréquence  $f_0$  du signal de sortie de l'oscillateur et le niveau du signal de l'une ou l'autre des bandes latérales, en décibels

**Figure 30 – Echelle logarithmique pour l'amplitude du signal**

Le taux de modulation ( $m$ ) doit être calculé en utilisant l'équation suivante:

$$m = 10^{\frac{6-d}{20}} \quad (m < 0,1)$$

où

$d$  est la différence entre le niveau de la fréquence de sortie  $f_0$  de l'oscillateur et le niveau de l'une ou l'autre des bandes latérales, en décibels.

Le taux de modulation doit correspondre à la valeur figurant dans la spécification particulière.

Des précautions doivent être prises afin d'éviter une surcharge de l'analyseur de spectre car elle provoquerait une limitation du signal. Cela peut être vérifié en plaçant un atténuateur entre l'oscillateur et l'analyseur de spectre, et en effectuant des mesures à différents niveaux de puissance; il est recommandé que l'atténuateur n'affecte pas la valeur de  $d$  obtenue.

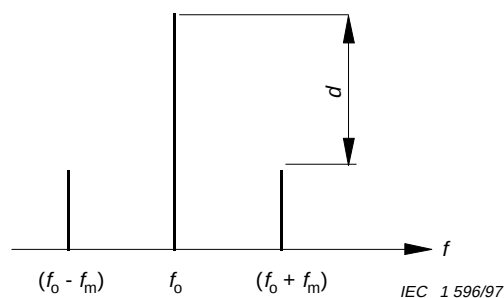
NOTE 1 – Cette méthode ne peut être appliquée facilement si le signal comporte une résultante de modulation de fréquence d'importance significative (voir 4.5.22.7), ce qui provoque généralement une inégalité de l'amplitude des bandes latérales. L'action de la modulation de fréquence résultante sur l'affichage de l'analyseur de spectre peut être réduite si l'on choisit une fréquence de signal modulant élevée (indice de modulation  $\beta \propto \frac{1}{f_m}$ ).

NOTE 2 – Cette méthode ne peut être appliquée facilement à une forme d'onde non sinusoïdale, qui provoque soit des composantes harmoniques dans le signal modulant soit une distorsion non linéaire de la modulation d'amplitude (voir 4.5.22.3).

#### 4.5.22.2 Sensibilité de la modulation d'amplitude

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée conformément à la figure 31. Le générateur de signaux fournissant un signal de modulation à la fréquence spécifiée doit être connecté aux bornes externes de modulation de l'oscillateur. Sa sortie doit être réglée à l'amplitude spécifiée et mesurée sur l'oscilloscope ou le voltmètre radiofréquence. Le taux de modulation du signal de sortie doit être mesuré conformément à 4.5.22.1 (comme approprié).

En général, la sensibilité de la modulation d'amplitude est considérée comme étant le pourcentage par volt de la tension crête à crête du signal de modulation et doit correspondre à la valeur indiquée dans la spécification particulière.



$f_0$  = oscillator output frequency

$f_m$  = frequency of modulating signal

$f_0 - f_m$  = lower sideband signal frequency

$f_0 + f_m$  = upper sideband signal frequency

$d$  = difference between the oscillator output signal frequency ( $f_0$ ) level and the level of either of the sideband signals, in decibels

**Figure 30 – Logarithmic signal amplitude scale**

The modulation index ( $m$ ) shall be calculated using the expression:

$$m = 10^{\frac{d-d_0}{20}} \quad (m < 0,1)$$

where

$d$  is the difference between the oscillator output signal frequency ( $f_0$ ) level and the level of either of the sideband signals, in decibels.

The modulation index shall be as stated in the detail specification.

Care shall be taken to prevent overloading of the spectrum analyzer, causing signal limiting. This may be checked by placing an attenuator between the oscillator and the spectrum analyzer, and taking measurements at various power levels; the attenuator setting should not affect the value of  $d$  obtained.

NOTE 1 – This method cannot readily be used if significant resultant frequency modulation is present (see 4.5.22.7), usually causing the two sideband signals to be unequal in amplitude. The effect of the resultant f.m. on the spectrum analyzer display may be reduced by choosing a high modulating signal frequency (frequency modulation index  $\beta \propto \frac{1}{f_m}$ ).

NOTE 2 – This method cannot readily be used if the modulation waveform is non-sinusoidal, whether because of harmonic content in the modulating signal or because of a.m. non-linear distortion (see 4.5.22.3).

#### 4.5.22.2 Amplitude modulation sensitivity

The oscillator shall be connected to the specified load as shown in figure 31. The signal generator providing a modulating signal at the specified frequency shall be connected to the external modulation terminal of the oscillator. Its output shall be set to the specified amplitude as measured by the oscilloscope or r.f. voltmeter. The modulation index of the output signal shall be measured as described in 4.5.22.1 (as appropriate).

In general, the amplitude modulation sensitivity is taken as the percentage modulation peak-to-peak voltage of the modulating signal and shall be as stated in the detail specification.

NOTE – Cette méthode peut être utilisée pour déterminer l'aptitude d'un oscillateur à ne pas être influencé par une ondulation dans la ligne d'alimentation etc., en superposant le signal de modulation à la tension continue d'alimentation.

#### 4.5.22.3 Distorsion de la modulation d'amplitude (non-linéarité)

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée conformément à la figure 31, mais l'oscilloscope doit être remplacé par un analyseur de spectre ayant une largeur de bande de fréquence intermédiaire suffisamment étroite pour obtenir une discrimination adéquate entre le signal de sortie de l'oscillateur et le signal des bandes latérales.

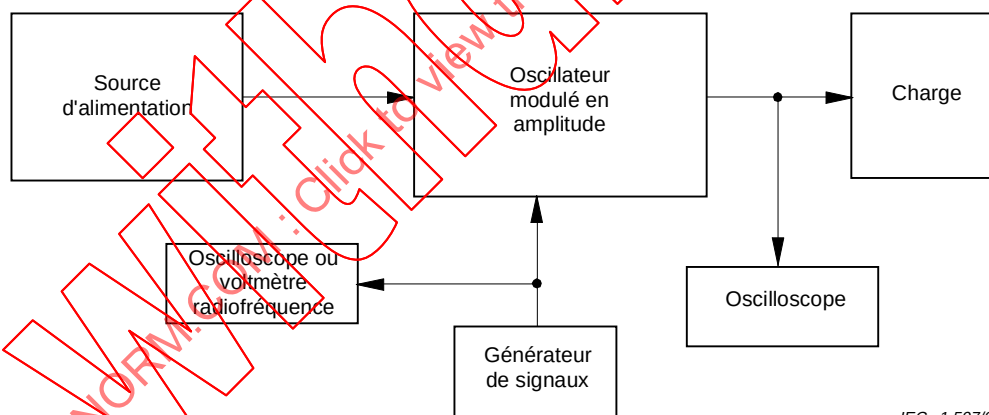
Un signal de modulation sinusoïdal de fréquence spécifiée et d'un niveau tel qu'il module le signal de l'oscillateur au taux spécifié doit être appliqué aux bornes externes de modulation de l'oscillateur; l'analyseur de spectre doit être réglé pour afficher le spectre de fréquence dans la région de la fréquence de sortie de l'oscillateur (voir figure 32).

La deuxième, troisième, etc. distorsion harmonique est généralement désignée par  $d_2$ ,  $d_3$ , etc. décibels, mais peut également être exprimée par  $\frac{100}{10^{\frac{d}{20}}}$  pourcentage de distorsion pour chaque harmonique.

La distorsion doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

Lors de la réalisation de cet essai, les précautions suivantes doivent être observées:

- on doit prendre soin d'éviter une surcharge de l'analyseur de spectre car elle provoquerait une augmentation apparente de la distorsion de modulation. Cela peut être vérifié en connectant un atténuateur entre l'oscillateur et l'analyseur de spectre, et en effectuant des mesures à différents niveaux de puissance.



IEC 1597/97

Figure 31 – Circuit d'essai pour déterminer la sensibilité de la modulation d'amplitude

NOTE – This method may be used to determine the immunity of an oscillator to power supply line ripple etc., by superimposing the modulating signal on the d.c. supply voltage.

#### 4.5.22.3 Amplitude modulation distortion (non-linearity)

The oscillator shall be connected to the specified load as shown in figure 31, except that the oscilloscope shall be replaced by a spectrum analyzer having an i.f. bandwidth sufficiently narrow to provide adequate discrimination between the oscillator output and its sideband signals.

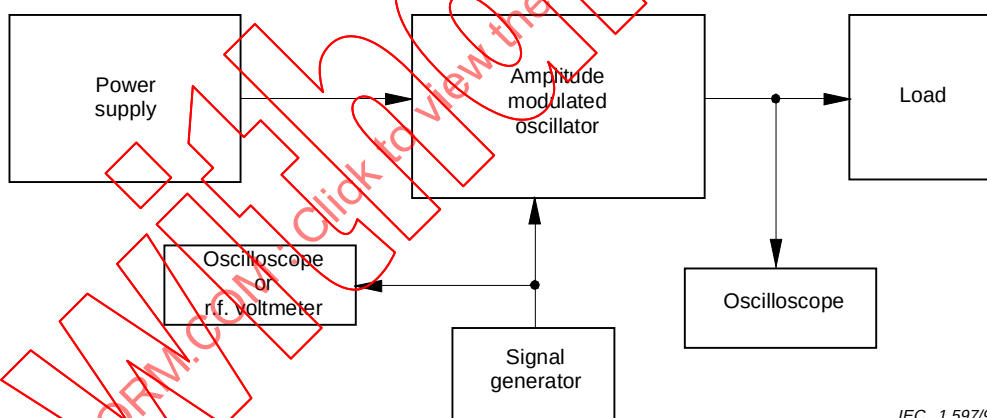
A sinusoidal modulating signal at the specified frequency, and at a level such as to modulate the oscillator to the specified modulation index, shall be applied to the external modulation terminal of the oscillator; the spectrum analyzer shall be adjusted to present a display of the frequency spectrum in the region of the output frequency of the oscillator (see figure 32).

The second, third, etc. harmonic distortion is usually expressed as  $d_2$ ,  $d_3$ , etc. decibels, but may also be expressed as  $\frac{100}{10^{\frac{d}{20}}}$  percentage distortion for each individual harmonic.

The distortion shall be within the limits stated in the detail specification.

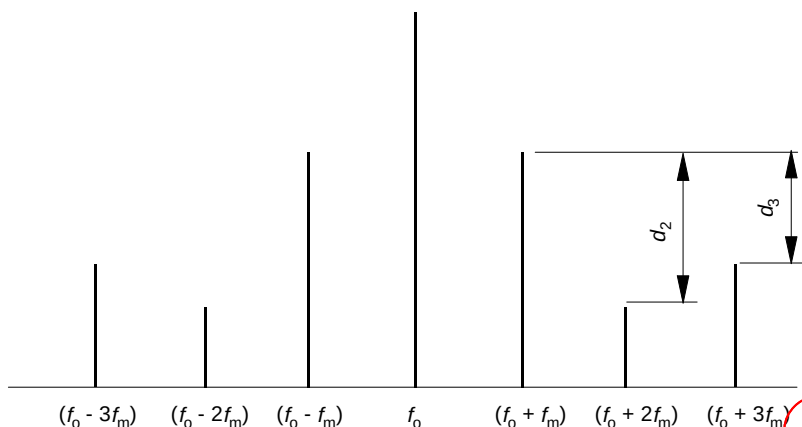
When carrying out this test, the following precautions shall be observed:

- care shall be taken to prevent overloading of the spectrum analyzer, causing an apparent increase in modulation distortion. This may be checked by connecting an attenuator between the oscillator and the spectrum analyzer, and taking measurements at various power levels.



IEC 1597/97

Figure 31 – Test circuit to determine amplitude modulation sensitivity



où

$f_0$  = fréquence de sortie de l'oscillateur

$f_m$  = fréquence du signal de modulation

$(f_0 - f_m)$  = bande latérale inférieure due au signal de modulation

$(f_0 - 2f_m)$  = bande latérale inférieure due au deuxième harmonique du signal de modulation

$(f_0 - 3f_m)$  = bande latérale inférieure due au troisième harmonique du signal de modulation

**Figure 32 – Spectre de fréquence de la distortion de modulation d'amplitude**

Il est recommandé que l'atténuateur n'affecte pas la mesure de la distortion de modulation, c'est-à-dire les valeurs de  $d_2$ ,  $d_3$ , etc. Si la composante harmonique du signal de modulation est significative, les résultats obtenus doivent être corrigés ou le signal de modulation doit être filtré de manière à réduire sa composante harmonique.

NOTE – L'ensemble de la distortion de modulation peut être mesurée à l'aide d'un analyseur de distortion approprié placé à la sortie de l'oscillateur. Cette méthode détermine l'ensemble du contenu de la bande latérale d'un signal modulé en amplitude. Le résultat peut être obtenu à partir des mesures réalisées avec l'analyseur de spectre en effectuant la somme des signaux de bandes latérales:

$$\text{Distorsion totale} = \frac{100}{\sqrt{10^{\frac{-d_2}{10}} + 10^{\frac{-d_3}{10}} + \dots}}$$

#### 4.5.22.4 Réponse en fréquence de la modulation d'amplitude

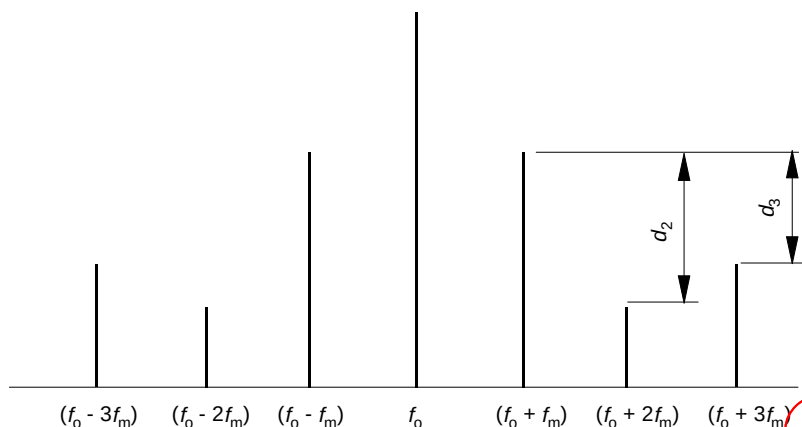
La méthode d'essai définie en 4.5.22.2 doit être utilisée avec un signal de modulation appliqué. La sensibilité de la modulation d'amplitude à une fréquence de référence spécifiée doit être mesurée. Puis des mesures doivent être prises aux autres fréquences spécifiées donnant la variation de la sensibilité de modulation, habituellement exprimée en décibels. Les mesures doivent se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

#### 4.5.22.5 Modulation d'amplitude en impulsion

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, conformément à la figure 33.

Un générateur d'impulsions, fournissant un signal de modulation de forme d'onde et de fréquence de répétition spécifiées, et qui ne doit pas être un harmonique de la fréquence de l'oscillateur, doit être connecté aux bornes de modulation de l'oscillateur.

Ce signal et la forme d'onde de sortie de l'oscillateur doivent être affichés simultanément sur l'oscilloscope; l'amplitude crête à crête de la forme d'onde de sortie doit être réglée pour avoir une valeur double de celle du signal de modulation, comme le montre la figure 34.



where

$f_0$  = oscillator output frequency

$f_m$  = frequency of modulating signal

$(f_0 - f_m)$  = lower sideband caused by the modulating signal

$(f_0 - 2f_m)$  = lower sideband caused by the second harmonic of the modulation signal

$(f_0 - 3f_m)$  = lower sideband caused by the third harmonic of the modulation signal

**Figure 32 – Frequency spectrum of amplitude modulation distortion**

The attenuator setting should not affect the measurement of modulation distortion, that is the values of  $d_2$ ,  $d_3$ , etc. If the harmonic content of the modulating signal is significant, the results obtained shall be corrected, or the modulating signal filtered so as to reduce its harmonic content.

NOTE – Total modulation distortion may be assessed by detecting the output of the oscillator and measuring this signal with an appropriate distortion analyzer; this method measures the total sideband content of an amplitude modulated signal. The result may be obtained from the measurements made with a spectrum analyzer by summation of the sideband signals:

$$\text{Total distortion} = \frac{100}{\sqrt{10^{\frac{-d_2}{10}} + 10^{\frac{-d_3}{10}} + \dots}}$$

#### 4.5.22.4 Amplitude modulation frequency response

The test procedure given in 4.5.22.2 with a sinusoidal modulating signal applied shall be used. The amplitude modulation sensitivity at a specified reference frequency shall be measured. Measurements shall then be taken at the other specified frequencies, giving the change in modulation sensitivity, usually expressed in decibels, which shall be within the limits stated in the detail specification.

#### 4.5.22.5 Pulse amplitude modulation

The oscillator shall be connected to the specified load and as shown in figure 33.

A pulse generator, providing a modulating signal of specified waveform and repetition frequency, and which shall not be harmonically related to the oscillator frequency, shall be connected to the modulation input terminal of the oscillator.

Both this signal and the output waveform of the oscillator shall be displayed simultaneously on the oscilloscope, with the peak-to-peak amplitude of the output waveform adjusted to be twice that of the modulating signal, as shown in figure 34.

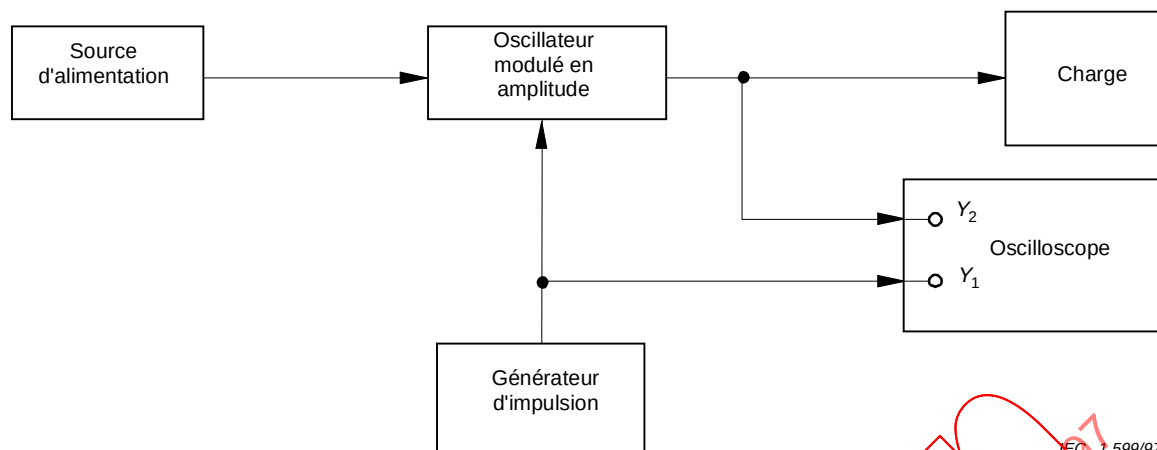


Figure 33 – Circuit d'essai pour déterminer la modulation d'amplitude en impulsion

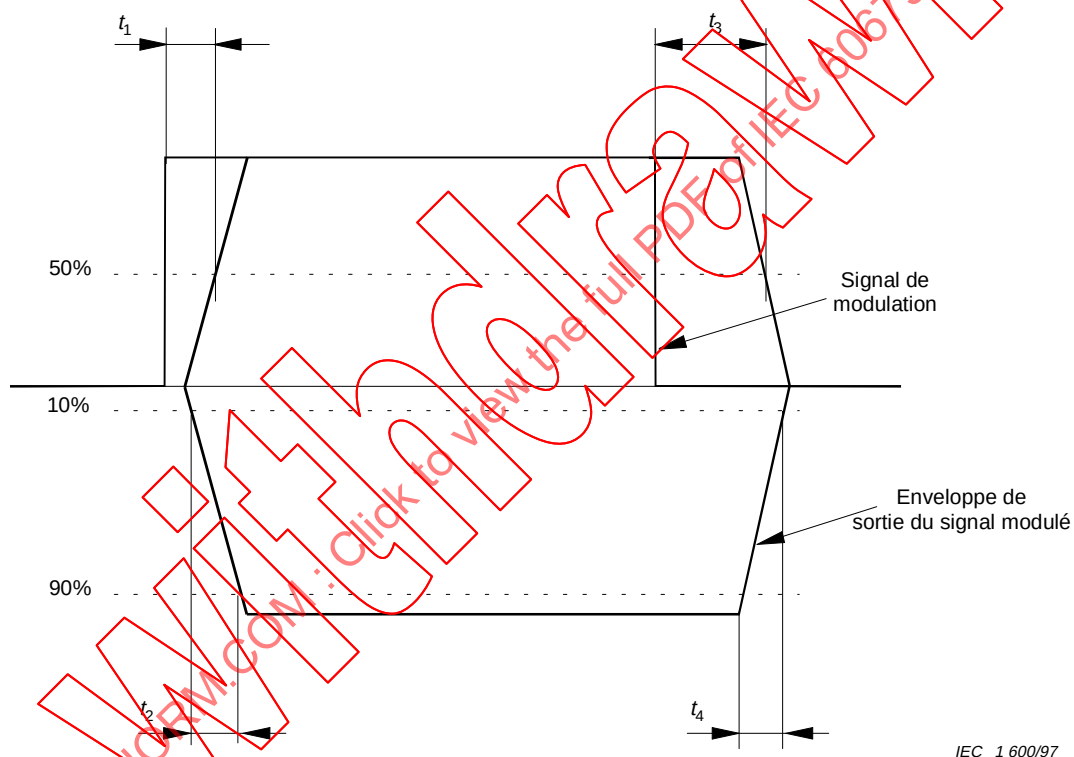


Figure 34 – Caractéristique de la modulation d'impulsion

Les paramètres suivants doivent être déterminés et doivent correspondre aux valeurs spécifiées dans la spécification particulière:

- $t_1$  est le décalage de déclenchement, intervalle de temps entre la valeur 50 % du signal de modulation et la valeur 50 % de l'onde de sortie, sur le flanc de début de l'impulsion;
- $t_2$  est le temps de montée, intervalle de temps entre les valeurs 10 % et 90 % du flanc de début de l'impulsion de l'onde de sortie (dans l'hypothèse que le temps de montée du signal de modulation est négligeable);

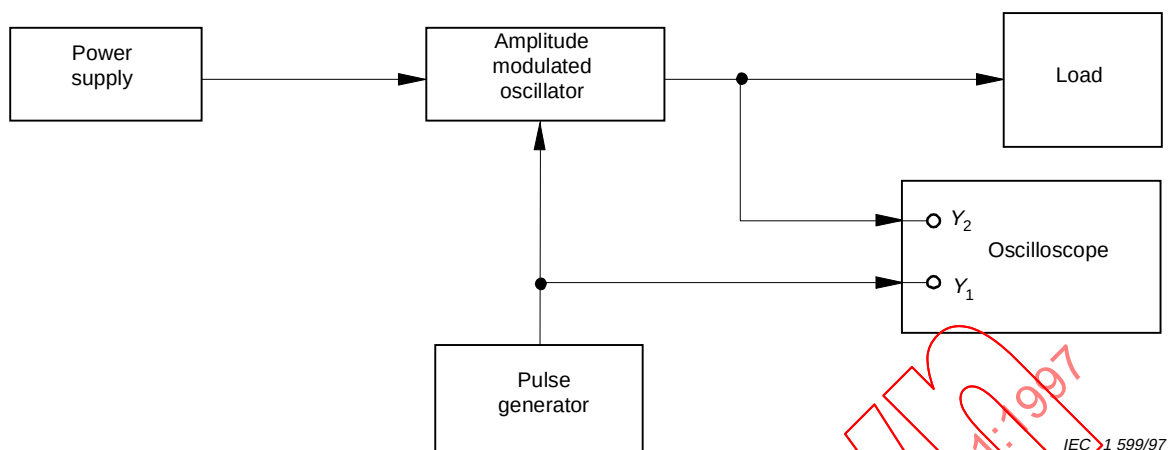


Figure 33 – Test circuit to determine pulse amplitude modulation

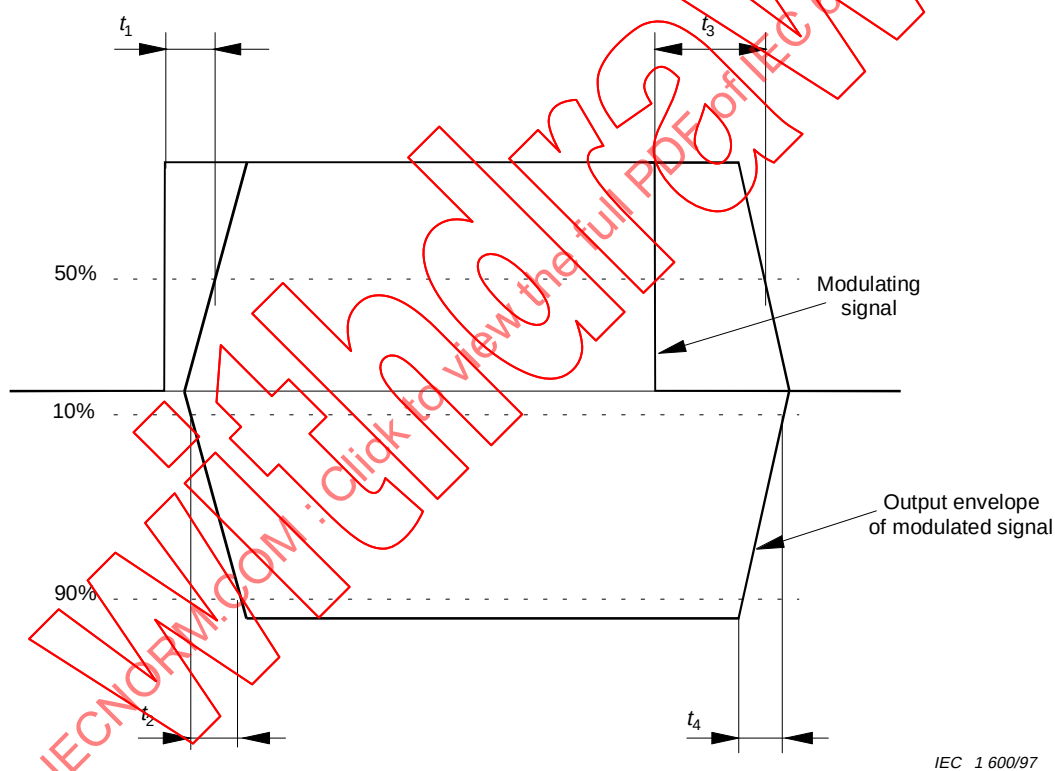


Figure 34 – Pulse modulation characteristic

The following parameters shall be determined and shall be as stated in the detail specification:

- $t_1$  is the turn-on time, the time interval between the 50 % value of the modulating signal and the 50 % value of the output waveform, at the leading edge;
- $t_2$  is the rise time, the time interval between the 10 % and 90 % values of the leading edge of the output waveform (assuming that the modulating signal rise time is negligible);

$t_3$  est le décalage de suppression, intervalle de temps entre la valeur 50 % du signal de modulation et la valeur 50 % de l'onde de sortie, sur le flanc de fin d'impulsion;

$t_4$  est le temps de descente, intervalle de temps entre les valeurs 90 % et 10 % du flanc de fin d'impulsion de l'onde de sortie (dans l'hypothèse que le temps de descente du signal de modulation est négligeable).

#### 4.5.22.6 Impédance d'entrée de la modulation d'amplitude

Un générateur de signaux fournissant un signal de modulation de fréquence spécifiée doit être relié aux bornes externes de modulation de l'oscillateur et à une boîte de résistances à travers un transformateur blindé, comme le montre la figure 35. La boîte de résistances doit être non réactive à la fréquence de mesure spécifiée.

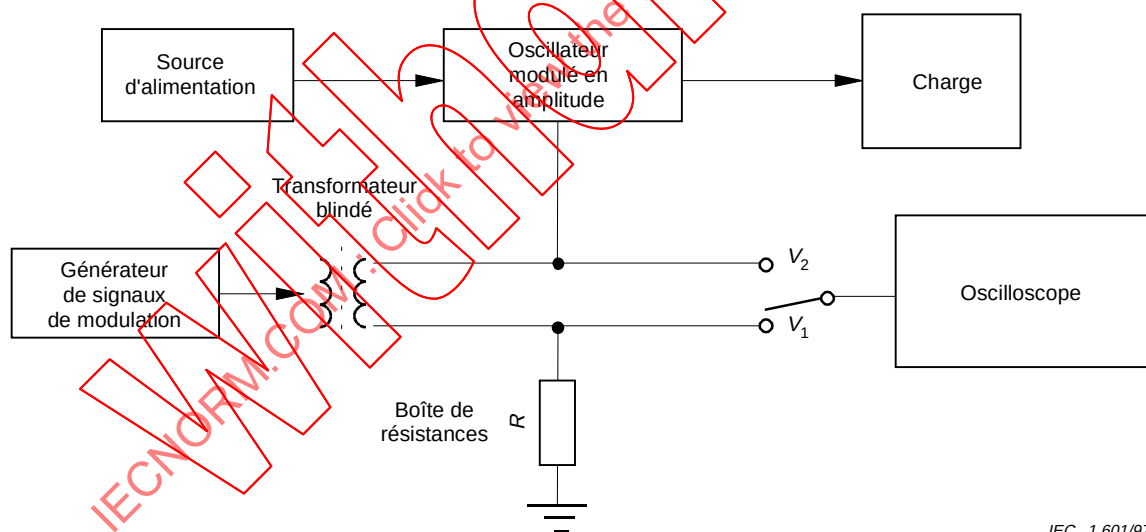
Un oscilloscope (ou un voltmètre à courant alternatif approprié) doit être branché de façon à mesurer soit le niveau du signal de modulation ( $V_1$ ) de la boîte de résistances, soit le niveau d'entrée du signal de modulation ( $V_2$ ) à l'entrée de l'oscillateur.

Le générateur de signaux doit être réglé de manière que la tension du signal de modulation à l'entrée de l'oscillateur soit à la valeur spécifiée.

L'impédance d'entrée de modulation doit être calculée comme suit:

$$Z = \frac{V_2}{V_1} R$$

et doit correspondre à la valeur prescrite dans la spécification particulière.



IEC 1 601/97

Figure 35 – Circuit d'essai pour déterminer l'impédance d'entrée de modulation

#### 4.5.22.7 Modulation fortuite de fréquence d'un signal modulé en amplitude

La modulation d'amplitude doit être réglée au taux spécifié, conformément à 4.5.22.1. La résultante de l'écart de modulation de fréquence doit ensuite être mesurée, conformément à 4.5.23.1. La valeur de l'écart de modulation fortuite de fréquence du signal modulé en amplitude doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière. Le rôle écrêteur du ou des multiplicateurs de fréquence supprimera la plus grande partie de la modulation d'amplitude du signal. On doit, cependant, s'assurer que la modulation d'amplitude résiduelle est insuffisante pour affecter l'exactitude de l'appareil de mesure de fréquence.

- $t_3$  is the turn-off time, the time interval between the 50 % value of the modulating signal and the 50 % value of the output waveform, at the trailing edge;
- $t_4$  is the decay time, the time interval between the 90 % and 10 % values of the trailing edge of the output waveform (assuming that the modulating signal fall time is negligible).

#### 4.5.22.6 Amplitude modulation input impedance

A signal generator providing a modulating signal at the specified frequency shall be connected to the external modulation terminal of the oscillator and to a resistance box through a shielded transformer, as shown in figure 35. The resistance box shall be non-reactive at the specified measurement frequency.

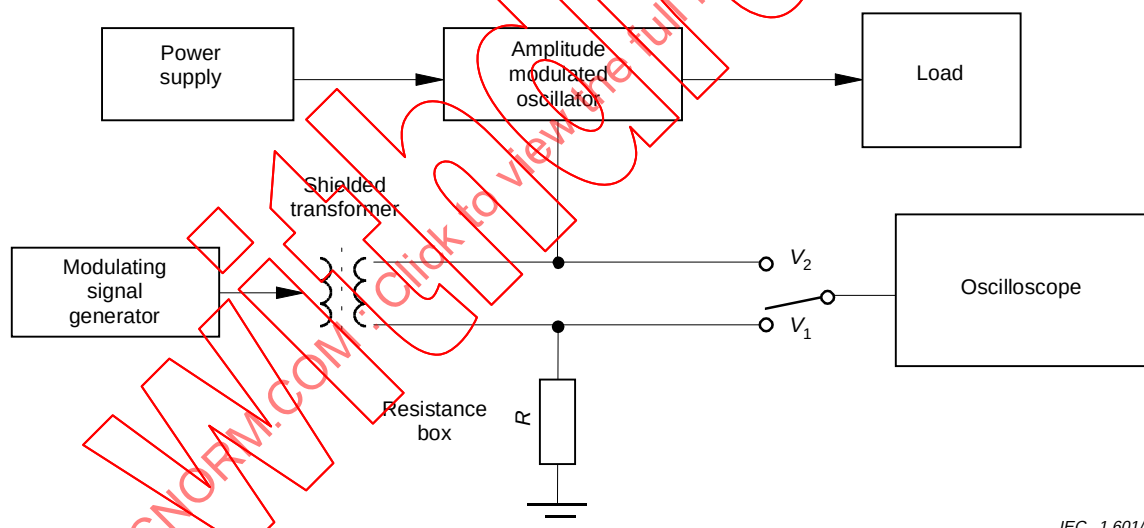
An oscilloscope (or suitable a.c. voltmeter) shall be connected so as to measure either the signal level across the resistance box ( $V_1$ ) or the input level of the modulating signal to the oscillator ( $V_2$ ).

The signal generator shall be adjusted so that the voltage level of the modulating signal at the input to the oscillator is at the specified level.

The modulation input impedance shall be calculated as:

$$Z = \frac{V_2}{V_1} R$$

and shall be as stated in the detail specification.



IEC 1601/97

Figure 35 – Test circuit for the determination of modulation input impedance

#### 4.5.22.7 Incidental frequency modulation on an amplitude modulation signal

The amplitude modulation shall be adjusted to the specified index, as described in 4.5.22.1. The resultant frequency modulation deviation shall then be measured, as described in 4.5.23.1. The magnitude of the deviation of the incidental frequency modulation of the amplitude modulated signal shall be within the limits stated in the detail specification. The limiting action of the frequency multiplier(s) will remove most of the amplitude modulation from the signal. However, care shall be taken to ensure that the residual a.m. is insufficient to affect the accuracy of the frequency modulation meter.

### 4.5.23 Caractéristiques de la modulation de fréquence

#### 4.5.23.1 Ecart de modulation de fréquence

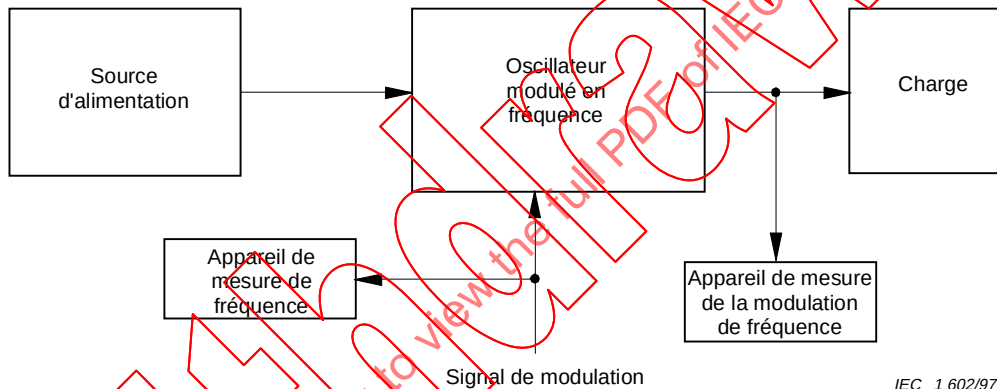
##### Essai A

Cet essai doit être utilisé pour un écart de crête supérieur à 100 Hz.

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée comme le montre la figure 36, avec un signal de modulation à la fréquence spécifiée appliquée aux bornes d'entrée de modulation.

L'écart de crête de fréquence du signal de sortie doit être mesuré en utilisant un appareil de mesure de la modulation (ou de l'écart); sa valeur doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

Lorsqu'on mesure des signaux de très haute fréquence à faible écart de crête de fréquence, il peut être nécessaire d'utiliser un oscillateur local asservi en phase à une source à faible composante incidente de modulation de fréquence (par exemple un oscillateur à quartz), afin de réduire l'écart dû au bruit de modulation de fréquence.



IEC 1 602/97

**Figure 36 – Circuit d'essai pour mesurer l'écart de modulation de fréquence**

NOTE – Indice de modulation de fréquence  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

où

$\Delta f$  est l'écart de crête réel de l'excursion de fréquence;

$f_m$  est la fréquence du signal de modulation.

##### Essai B

Cet essai doit être utilisé pour un écart de crête inférieur à 100 Hz.

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, comme l'indique la figure 36, en ajoutant un multiplicateur de fréquence devant l'appareil de mesure de la modulation de fréquence (voir note 2).

Un signal de modulation à la fréquence spécifiée doit être appliqué aux bornes d'entrée de modulation de l'oscillateur et la fréquence crête du signal de sortie doit être mesurée par l'intermédiaire d'un multiplicateur de fréquence en utilisant un appareil de mesure de la modulation (ou de l'écart) de fréquence.

### 4.5.23 Frequency modulation characteristics

#### 4.5.23.1 Frequency modulation deviation

##### Test A

This test shall be used for a peak frequency deviation greater than 100 Hz.

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 36, with a modulating signal of specified frequency applied to its modulation input terminal.

The peak frequency deviation of the output signal shall be measured using an f.m. modulation (or deviation) meter, and shall be within the limits as stated in the detail specification.

When measuring very high frequency signals having a low peak frequency deviation, it may be necessary to use a local oscillator which is phase locked to a source having a low incidental f.m. content (for example a crystal oscillator), in order to reduce its f.m. noise deviation.

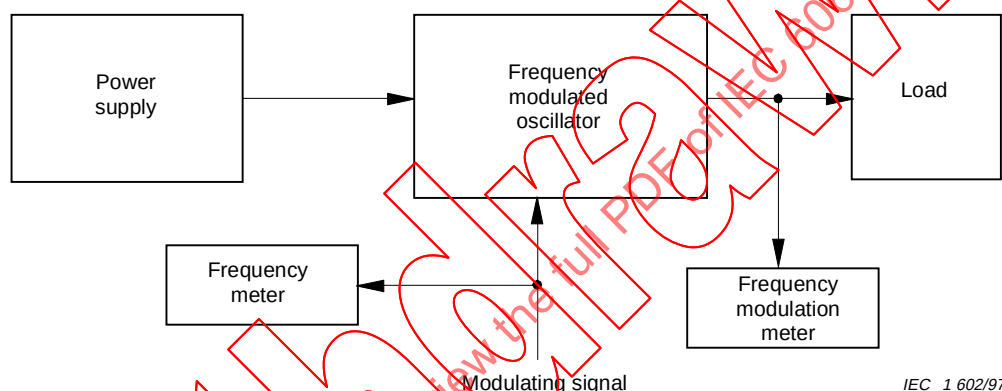


Figure 36 – Test circuit for the measurement of f.m. deviation

NOTE – Frequency modulation index  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

where

$\Delta f$  is the actual peak frequency deviation;

$f_m$  is the frequency of the modulating signal.

##### Test B

This test shall be used for a peak frequency deviation smaller than 100 Hz.

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 36, with the addition of a frequency multiplier before the f.m. modulation meter (see note 2).

A modulating signal of specified frequency shall be applied to the modulation input terminal of the oscillator and the peak frequency of the output signal measured through the frequency multiplier using an f.m. modulation (or deviation) meter.

Par conséquent:

$$\text{écart réel de crête} = \frac{\text{écart de crête mesuré}}{\text{facteur de multiplication}}$$

La valeur obtenue doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

L'utilisation de cette méthode d'essai nécessite d'observer les précautions suivantes:

- lorsqu'on mesure des signaux de très haute fréquence à faible écart de crête de fréquence, il peut être nécessaire d'utiliser un oscillateur local asservi en phase à une source à faible composante incidente de modulation de fréquence (par exemple un oscillateur à quartz), afin de réduire l'écart dû au bruit de modulation de fréquence;
- la plupart des oscillateurs sont, dans une certaine mesure, susceptibles de présenter une ondulation provoquée par la tension d'alimentation; il convient de s'assurer soigneusement que les variations de la tension d'alimentation n'affectent pas la mesure de l'écart de crête, lorsqu'on mesure des signaux à faible taux de modulation.

NOTE 1 – Indice de modulation de fréquence  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

où

$\Delta f$  est l'écart de crête réel d'excursion de fréquence;

$f_m$  est la fréquence du signal de modulation.

NOTE 2 – Il peut être nécessaire d'utiliser un mélangeur, avant et/ou après la multiplication de fréquence, pour ramener la fréquence du signal dans la plage de l'appareil de mesure de la modulation de fréquence.

#### 4.5.23.2 Sensibilité de la modulation de fréquence

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, comme le montre la figure 37. Un générateur de signaux fournissant un signal de modulation à la fréquence spécifiée doit être relié aux bornes d'entrée de modulation de l'oscillateur et sa sortie, mesurée à l'aide d'un oscilloscope ou d'un voltmètre radiofréquence, doit être réglée à l'amplitude spécifiée. Le niveau d'entrée de modulation spécifié doit être tel que l'écart de crête de fréquence maximal autorisé de l'oscillateur ne soit pas dépassé. L'écart de crête de fréquence du signal de sortie doit être mesuré conformément à 4.5.23.1, essai A ou B, selon le cas.

La sensibilité de modulation de fréquence est définie par le rapport:

$$\frac{\text{écart crête à crête de l'excursion de fréquence}}{\text{écart crête à crête de la tension du signal de modulation}}$$

Sa valeur doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

NOTE – Cette méthode peut être utilisée pour déterminer l'aptitude d'un oscillateur à ne pas être influencé par une ondulation dans la ligne d'alimentation etc., en superposant le signal de modulation à la tension continue d'alimentation.

Hence:

$$\text{actual peak deviation} = \frac{\text{measured peak deviation}}{\text{multiplication factor}}$$

The value obtained shall be within the limits stated in the detail specification.

When using this test method it shall be necessary to observe the following precautions:

- when measuring very high frequency signals having a low peak frequency deviation, it may be necessary to use a local oscillator which is phase locked to a source having a low incidental f.m. content (for example a crystal oscillator), in order to reduce its f.m. noise deviation;
- most oscillators are in some measure susceptible to ripple on the supply voltage; when measuring signals having a small frequency modulation index, great care shall be taken to ensure that supply voltage variations do not affect the measurement of peak frequency deviation.

NOTE 1 – Frequency modulation index  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

where

$\Delta f$  is the actual peak frequency deviation;

$f_m$  is the frequency of the modulating signal.

NOTE 2 – It may be necessary to use a mixer, before and/or after frequency multiplication, to down-convert the signal to bring it within the range of the frequency modulation meter.

#### 4.5.23.2 Frequency modulation sensitivity

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 37. A signal generator providing a modulating signal at the specified frequency shall be connected to the modulation input terminal of the oscillator and its output set to the specified amplitude as measured by the oscilloscope or r.f. voltmeter. The specified modulation input level shall be such that the specified maximum permissible peak deviation of the oscillator is not exceeded. The peak frequency deviation of the output signal shall be measured as described in 4.5.23.1, tests A or B, as appropriate.

The frequency modulation sensitivity is defined as:

$$\frac{\text{peak-to-peak frequency deviation}}{\text{peak-to-peak modulating signal voltage}}$$

Its value shall be within the limits stated in the detail specification.

NOTE – This method may be used to determine the immunity of an oscillator to power supply line ripple etc., by superimposing the modulating signal on the d.c. supply voltage.

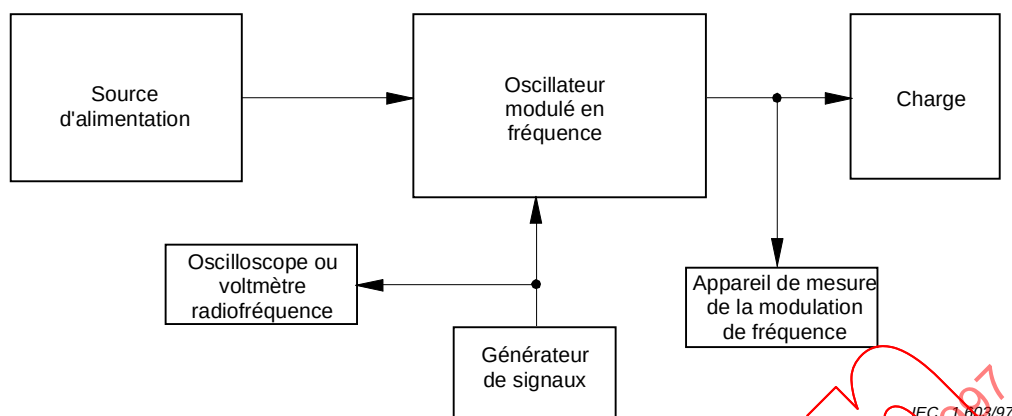


Figure 37 – Circuit d'essai pour mesurer la sensibilité de la modulation de fréquence

#### 4.5.23.3 Distorsion de la modulation de fréquence (non-linéarité)

##### Essai A (essai statique)

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, comme le montre la figure 38a, avec une source d'alimentation à courant continu à tension réglable reliée aux bornes de modulation de l'oscillateur. Des mesures de la fréquence de sortie doivent être réalisées aux diverses tensions continues spécifiées. Une courbe de la fréquence de sortie en fonction de la tension de commande doit être tracée; la linéarité de l'écart de modulation de fréquence doit être déterminée d'après cette courbe. Le résultat doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

##### Essai B (essai dynamique)

L'oscillateur doit être connecté à la charge spécifiée, comme le montre la figure 38b.

Un signal sinusoïdal de fréquence spécifiée et d'un niveau de tension tel qu'il produise l'excursion spécifiée de la fréquence de modulation (voir 4.5.23.1 essai A ou B, selon le cas) doit être appliqué aux bornes externes de modulation de l'oscillateur.

La distorsion du signal de sortie du détecteur (de l'appareil de mesure de modulation) doit être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure du facteur de distorsion. La distorsion doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

Lorsque cette méthode d'essai est utilisée, il est nécessaire d'observer les précautions suivantes:

- si la composante harmonique du signal de modulation est significative, les résultats obtenus doivent être corrigés ou un filtrage peut être ajouté au signal de modulation pour réduire sa composante harmonique;
- la distorsion introduite par le détecteur de l'appareil de mesure de la modulation doit être faible par rapport à celle de l'oscillateur en essai.

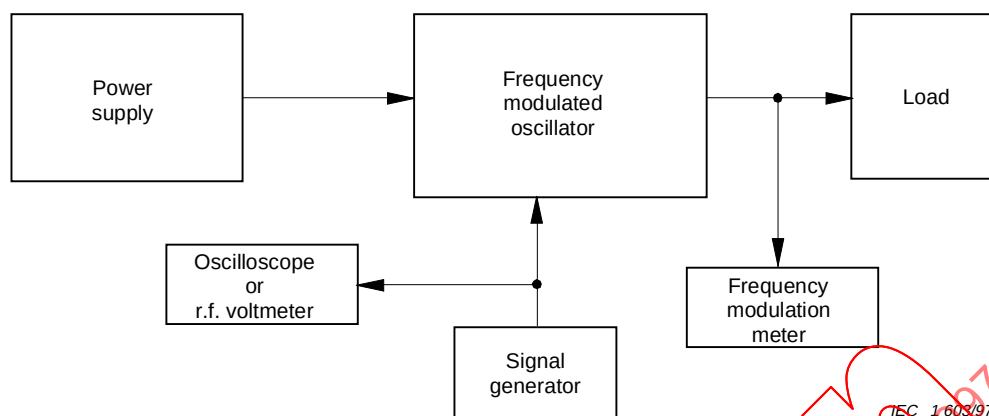


Figure 37 – Test circuit for the measurement of f.m. sensitivity

#### 4.5.23.3 Frequency modulation distortion (non-linearity)

##### Test A (static test)

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 38a, with a variable voltage d.c. power supply connected to the modulation input terminal. Measurements of the oscillator output frequency at the specified d.c. modulation voltages shall be made. A graph of output frequency against control voltage shall be plotted and hence the linearity of the frequency modulation deviation determined. This shall be within the limits stated in the detail specification.

##### Test B (dynamic test)

The oscillator shall be connected to the specified load, as shown in figure 38b.

A sinusoidal signal, at the specified frequency and at a voltage level such as to produce the specified modulation frequency deviation (see 4.5.23.1, tests A or B, as appropriate), shall be applied to the external modulation terminal of the oscillator.

The distortion of the output signal from the modulation detector (in modulation meter) shall be measured with a distortion meter. The distortion shall be within the limits stated in the detail specification.

When using this test method, it shall be necessary to observe the following precautions:

- if the harmonic content of the modulating signal is significant, the results obtained shall be corrected, or filtering may be added to the modulating signal to reduce the harmonic content;
- the distortion introduced by the detector of the modulation meter shall be low compared with that of the oscillator under test.

#### 4.5.23.4 Réponse en fréquence de la modulation de fréquence

La sensibilité de la modulation de fréquence doit être mesurée à la fréquence de référence spécifiée en utilisant les procédures décrites en 4.5.23.2 comportant l'application d'un signal de modulation sinusoïdal. Des mesures doivent être réalisées aux autres fréquences spécifiées et la variation de la sensibilité de la modulation, généralement exprimée en décibels, doit être déterminée. Cette variation doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

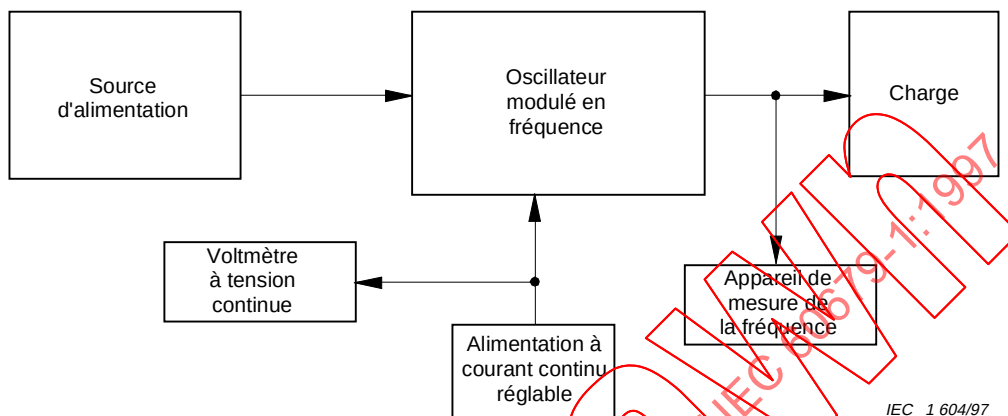


Figure 38a – Essai statique

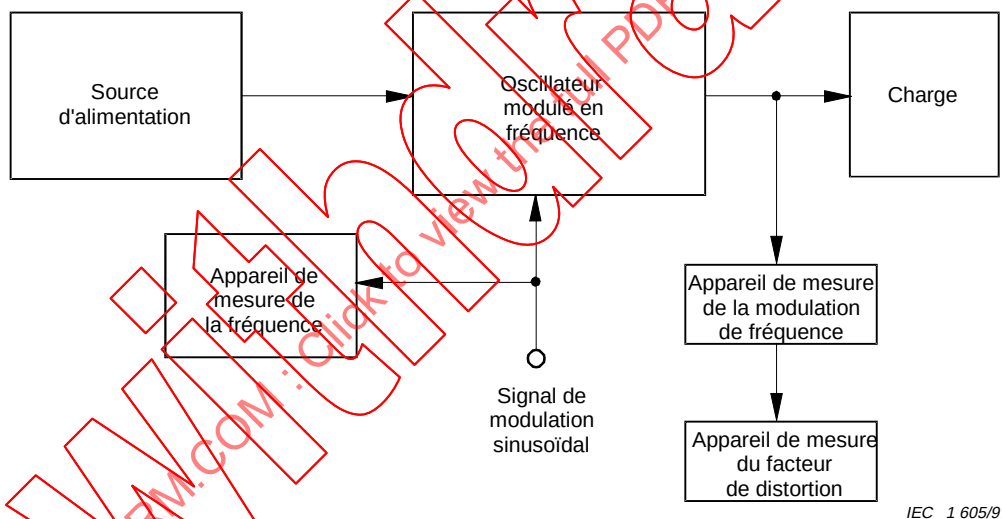


Figure 38b – Essai dynamique

Figure 38 – Circuit d'essai pour mesurer la distorsion de la modulation de fréquence

#### 4.5.23.5 Impédance d'entrée de la modulation de fréquence

Cet essai doit être réalisé de manière identique à celui de 4.5.22.6.

L'impédance doit correspondre à la valeur prescrite dans la spécification particulière.

#### 4.5.23.4 Frequency modulation frequency response

Using the procedures described in 4.5.23.2 with a sinusoidal modulating signal applied, the frequency modulation sensitivity at a specified reference frequency shall be measured. Measurements shall be made at other specified frequencies and the change in modulation sensitivity, usually expressed in decibels, determined. This change shall be within the limits stated in the detail specification.

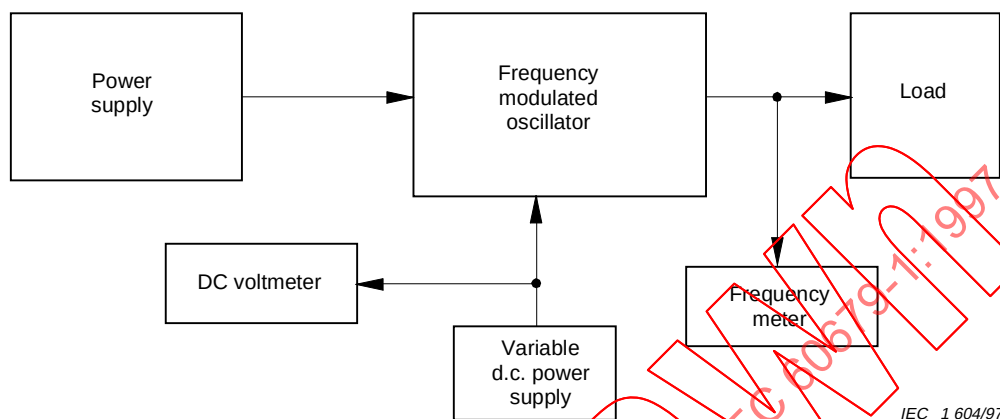


**Figure 38a – Static test**

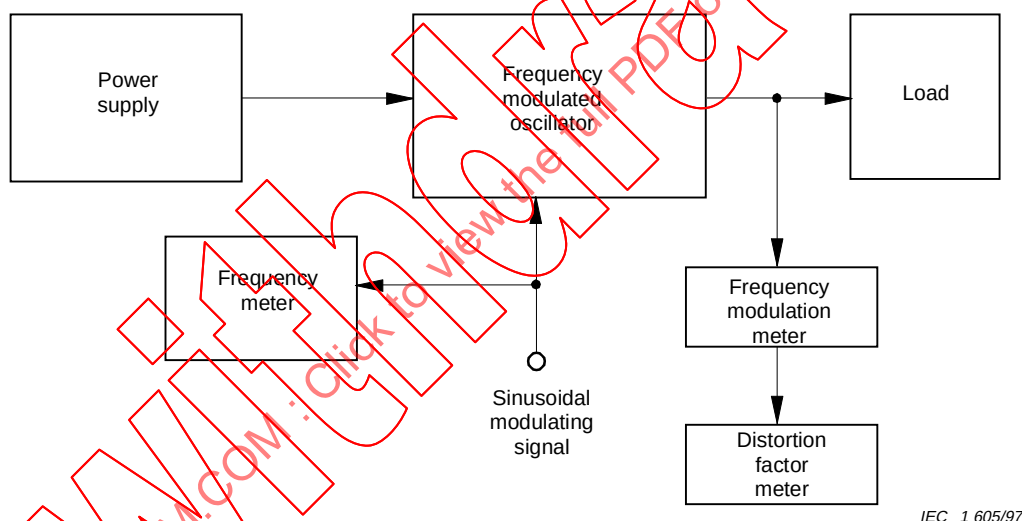


**Figure 38b – Dynamic test**

**Figure 38 – Test circuit for the measurement of frequency modulation distortion**

#### 4.5.23.5 Frequency modulation input impedance

This test shall be performed exactly as described in 4.5.22.6.

The resultant impedance shall be as specified in the detail specification.

#### 4.5.24 Réponses parasites

La ou les réponses parasites doivent être mesurées en utilisant les méthodes identiques à celles décrites en 4.5.15 mais le système de mesure doit être blindé dans l'éventualité où des signaux de niveau élevé se trouveraient à proximité de l'oscillateur à essayer.

NOTE – Les réponses parasites n'ont pas, par définition, de relation harmonique avec la fréquence fondamentale; c'est pourquoi il est difficile de faire la différence entre les signaux parasites produits par l'oscillateur et ceux qui peuvent provenir d'appareils en fonctionnement à proximité; la vérification peut être effectuée en supprimant la tension d'alimentation de l'oscillateur.

#### 4.5.25 Bruit de phase

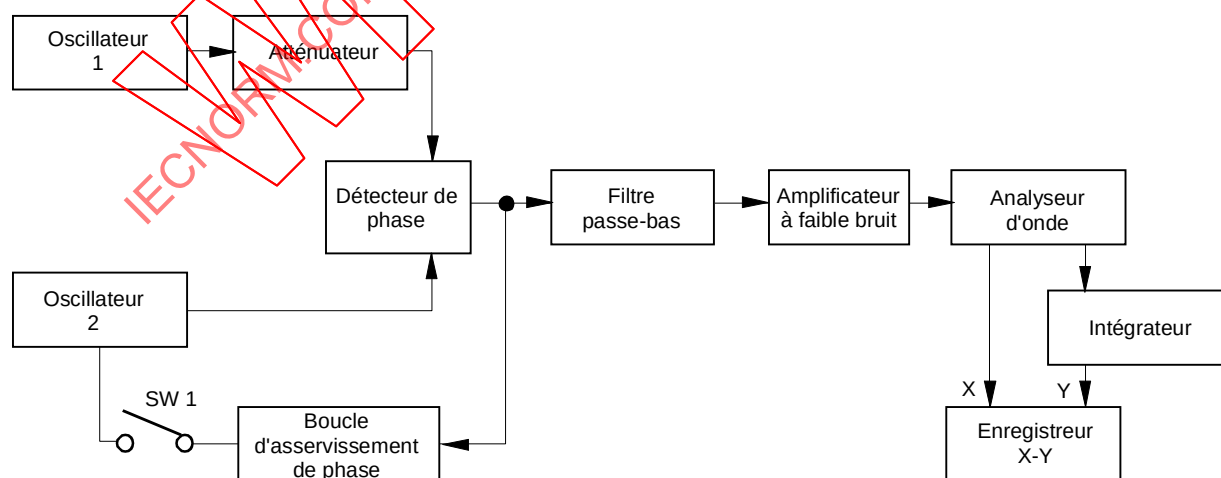
##### 4.5.25.1 Généralités

Le bruit de phase donne naissance à une distribution de bande latérale consistant en paires symétriques dont l'amplitude relative comparée à la porteuse est égale à la moitié de la déviation de crête de phase de cette composante en radians.

Pour la mesure du bruit de phase, on compare les signaux synchrones au moyen d'un détecteur de phase. La sortie du détecteur de phase est la tension instantanée analogue à la composante de bruit de phase. Afin que la sortie du détecteur de phase soit maintenue à zéro, à l'exception de la composante de bruit de phase, il est essentiel que l'oscillateur à l'essai (oscillateur 2 de la figure 39) soit maintenu en quadrature avec l'oscillateur de référence. On peut percevoir le zéro de phase à la sortie du détecteur de phase à l'aide d'un amplificateur en courant continu et ainsi piloter l'oscillateur à essayer en quadrature de phase.

La sortie de bruit de phase est contrôlée avec un analyseur d'onde à basse fréquence. Le bruit mesuré par l'analyseur est un bruit efficace (il peut être nécessaire d'effectuer une conversion valeur moyenne/valeur efficace) dans les deux bandes latérales. La conversion en bruit de phase d'une seule bande peut être obtenue en soustrayant 6 dB.

Il est recommandé que l'oscillateur de référence idéal (oscillateur 1 de la figure 39) soit celui ayant une très faible composante de bruit. Il arrive fréquemment que les deux oscillateurs soient de même type; dans ce cas, on peut supposer qu'ils ont des composantes de bruit identiques, cela signifie que le rapport signal à bruit de phase est réduit de 3 dB pour des oscillateurs identiques. Lors du calcul des résultats, il convient d'en tenir compte de façon appropriée.



IEC 1 606/97

Figure 39 – Circuit d'essai pour mesurer le bruit de phase d'une bande latérale unique

#### 4.5.24 Spurious response

The spurious response(s) shall be measured using the procedures exactly as described in 4.5.15, except that the measuring system shall be screened against any high level signals in the environment of the oscillator under test.

NOTE – Spurious response(s) are, by definition, not harmonically related to the fundamental frequency and so it is difficult to differentiate between oscillator-generated spurious signals and those which may be picked up from the operating environment. This may be checked by removing the supply voltage from the oscillator.

#### 4.5.25 Phase noise

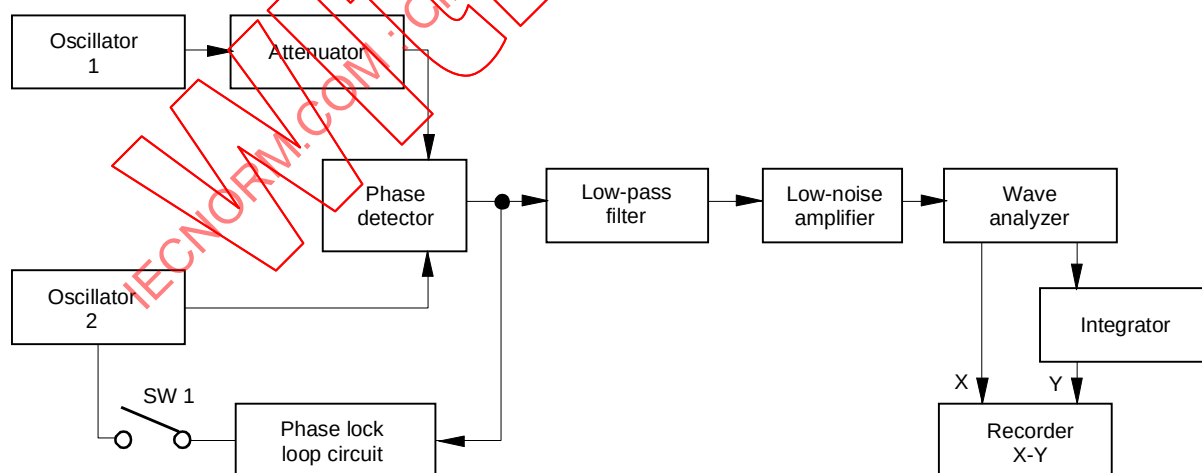
##### 4.5.25.1 General

Phase noise gives rise to a sideband distribution that consists of symmetrical pairs whose relative amplitude, compared to the carrier, is equal to half the peak phase deviation of that component in radians.

For the measurement of phase noise, synchronous signals are compared by means of a phase detector. The output of the phase detector is the instantaneous voltage analogue of the phase noise contribution. For the phase detector to be held to zero output, except for the phase noise contributions, it is essential that the oscillator under test (oscillator 2 in figure 39) be kept in quadrature with the reference oscillator. This is achieved by using a d.c. amplifier to sense a zero phase detector output and hence drive the test oscillator to phase quadrature.

The output phase noise is monitored with a low frequency wave analyzer. The noise measured by the wave analyzer will be r.m.s. noise (it may be necessary to perform a conversion for average/r.m.s.) in both sidebands; this may be converted to a single-sideband phase noise by subtracting 6 dB.

Ideally, the reference oscillator (oscillator 1 in figure 39) should have a very low noise contribution. It frequently occurs that both oscillators are of similar type; if this is so, it may be assumed that both oscillators have equal noise contributions, that is the signal-to-phase noise ratio will be degraded by 3 dB for similar oscillators. An appropriate allowance should be made when calculating the results.



IEC 1 606/97

Figure 39 – Test circuit for the measurement of single-sideband phase noise

#### 4.5.25.2 Méthode

Le circuit doit être réalisé comme le montre la figure 39. La boucle de réaction du détecteur de phase doit être disposée de façon que l'oscillateur 1 et l'oscillateur 2 puissent être asservis en phase en quadrature. L'analyseur d'onde doit être réglé pour la résolution de bande passante spécifiée (fréquence de 1 Hz); la constante de temps de l'intégrateur doit être réglée à 1 s, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

L'interrupteur 1 doit être ouvert et une différence de fréquence établie entre l'oscillateur 1 et l'oscillateur 2. L'analyseur d'onde doit être réglé pour la différence de fréquence et l'échelle de l'enregistreur X-Y étalonnée au moyen de l'atténuateur dans la région –60 dB à –80 dB (forte atténuation pour éviter une surcharge de l'amplificateur à faible bruit).

L'interrupteur 1 doit alors être fermé. Les oscillateurs 1 et 2 doivent être asservis en quadrature de phase. L'atténuateur doit être réglé à –10 dB, sauf spécification contraire dans la spécification particulière. L'analyseur d'onde doit être déplacé en fréquence dans la gamme des fréquences de décalage pour laquelle le bruit de phase doit être mesuré.

#### 4.5.25.3 Précautions

Le temps de réponse de la boucle de commande de la fréquence doit être très long par rapport à la période de la plus faible bande latérale de bruit à mesurer. Par exemple, un temps de réponse de 10 s (ou une fréquence de coupure de 0,1 Hz) serait indiquée pour mesurer des bandes latérales de bruit de phase de 1 Hz. Le signal de sortie est proportionnel au bruit de fréquence dans la bande passante de la boucle d'asservissement; il est proportionnel au bruit de phase loin de la bande passante de cette boucle d'asservissement, mais dans la région de transition, la situation se complique quelque peu.

Les précautions d'ordre général qui concernent l'utilisation de détecteurs accordés à bande étroite doivent être observées; en particulier le rythme d'accord (Hz/s) doit être faible comparé à la bande passante du détecteur (Hz) et le temps d'intégration après détection doit être long comparé à la largeur inverse de bande du détecteur.

Par exemple, pour une bande passante du détecteur de 10 Hz, il est recommandé que le rythme d'accord (ou de balayage) ne soit pas supérieur à 1 Hz/s et que le temps d'intégration à utiliser soit au moins 1 s.

NOTE 1 – La limite de définition de ce système de mesure est déterminée par la largeur de bande minimale de l'analyseur d'onde. Dans ce cas, les composantes du spectre qui ont une fréquence de Fourier inférieure à la largeur de bande de l'analyseur ne peuvent pas être mesurées.

NOTE 2 – On suppose que la composante de bruit provenant de la boucle d'asservissement de phase est faible comparée à celle qui provient de l'oscillateur. Un autre dispositif de mesure consiste à fabriquer les deux oscillateurs avec, par exemple, une différence de fréquence de 25 kHz et à examiner par la suite (à l'aide de l'analyseur d'onde) la répartition de bruit autour de la partie 25 kHz d'un mélangeur utilisé à la place du détecteur de phase. Dans ce dispositif, un filtre passe-bande (centré sur la différence de fréquence) pourra être utilisé à la place du filtre passe-bas. Ce dispositif a le désavantage de présenter une faible stabilité et, en général, il n'est pas possible d'utiliser de très faibles largeurs de bande de définition.

#### 4.5.26 Bruit de phase – vibration

Le bruit de phase doit être mesuré en utilisant la procédure décrite en 4.5.25. Pendant la mesure, l'oscillateur doit fonctionner et être soumis à des vibrations, conformément aux exigences de 4.6.7.2 (sinusoïdales) ou de 4.6.7.3 (aléatoires).

La valeur du bruit de phase (vibration) doit correspondre à la valeur prescrite dans la spécification particulière.

#### 4.5.27 Bruit de phase – acoustique

Le bruit de phase doit être mesuré en utilisant la procédure décrite en 4.5.25. Pendant la mesure, l'oscillateur doit fonctionner et être soumis à un bruit acoustique, conformément aux exigences de 4.6.12.

#### 4.5.25.2 Procedure

The circuit shall be connected as shown in figure 39. The feed-back loop from the phase detector shall be arranged such that oscillator 1 and oscillator 2 may be phase-locked in quadrature. The wave analyzer shall be set to the specified resolution bandwidth (frequency 1 Hz) and the integrator time constant to 1 s, unless otherwise stated in the detail specification.

Switch 1 shall be opened and a difference frequency will be established between oscillator 1 and oscillator 2. The wave analyzer shall be adjusted to the difference frequency and the scale of the X-Y recorder calibrated by means of the attenuator in the region –60 dB to –80 dB (high attenuation to prevent overloading of the low-noise amplifier).

Switch 1 shall then be closed. Oscillators 1 and 2 are phase locked in quadrature. The attenuator shall be set to –10 dB, unless otherwise stated in the detail specification, and the wave analyzer tracked in frequency over the specified range of offset frequencies over which the phase noise is to be measured.

#### 4.5.25.3 Precautions

The response time of the frequency-control loop shall be very long compared with the period of the lowest sideband noise to be measured. For example, a 10 s response time (or 0,1 Hz cut-off frequency) would be indicated in order to measure phase noise sidebands at 1 Hz. Within the pass-band of the locking loop, the output signal is proportional to frequency noise; far outside the locking-loop pass-band, the output signal is proportional to phase noise, but in the transition region, the situation is somewhat complicated.

General precautions pertaining to the use of narrow-band tuned detectors shall be followed; in particular, the tuning rate (Hz/s) shall be small compared with the detector bandwidth (Hz) and the post-detector integration time shall be long compared with the inverse detector bandwidth.

For example, with a 10 Hz detector pass-band, the tuning (or slew) rate should be no greater than 1 Hz/s, and an integration time of at least 1 s should be used.

NOTE 1 – The limit of resolution of this measurement system is determined by the minimum bandwidth of the wave analyzer. In this case, spectral components having a Fourier frequency lower than the analyzer bandwidth may not be measured.

NOTE 2 – It is assumed that the noise contribution from the phase lock loop is small compared with the oscillator contribution. An alternative circuit arrangement is to manufacture the two oscillators with, for example, a 25 kHz frequency separation and then to examine (with the wave analyzer) the noise distribution around the 25 kHz output from a mixer, which should be used in place of the phase detector. In this arrangement, a band-pass filter (centred on the difference frequency) may be used instead of the low-pass filter. The disadvantage of this system is that it has an inherently lower stability and, in general, it will not be possible to use such low resolution bandwidths.

#### 4.5.26 Phase noise – vibration

Using the procedure described in 4.5.25, the phase noise shall be measured with the oscillator operating whilst being subjected to vibration, as described in 4.6.7.2 (sinusoidal) or 4.6.7.3 (random).

The phase noise (vibration) shall be as specified in the detail specification.

#### 4.5.27 Phase noise – acoustic

Using the procedure described in 4.5.25, the phase noise shall be measured with the oscillator operating whilst being subjected to acoustic noise, as required by 4.6.12.

## 4.5.28 Seuil de bruit

### 4.5.28.1 Généralités

Le seuil de bruit renvoie au niveau relatif de la fréquence de l'oscillateur et au niveau de bruit hors bande de l'oscillateur.

La courbe de la figure 40 montre un spectre typique d'un oscillateur à quartz tel qu'il est représenté sur l'analyseur de spectre. Le paragraphe 4.5.25 décrit comment mesurer la composante bruit proche de la fréquence de l'oscillateur, alors que cet essai se réfère à la composante hors bande, généralement exprimée en décibels, en dessous de la fréquence de l'oscillateur.

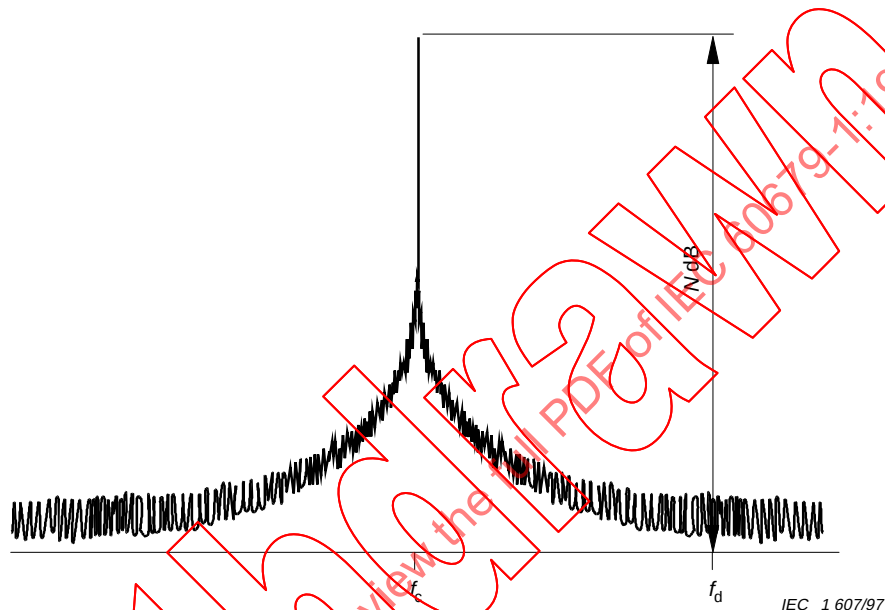


Figure 40 – Spectre typique du seuil de bruit

### 4.5.28.2 Méthode

L'oscillateur doit être connecté, comme le montre la figure 21, à la charge spécifiée ainsi qu'à l'analyseur de spectre ayant la définition spécifiée de largeur de bande.

A partir du spectre de sortie de l'oscillateur affiché sur l'analyseur de spectre, le seuil de bruit doit être mesuré à partir de la ligne de base où le niveau asymptotique est atteint, ou à une fréquence spécifiée ( $f_d$ ).

La fréquence de mesure ( $f_d$ ) ou l'écart de la fréquence de l'oscillateur ( $f_c - f_d$ ), lorsqu'un certain écart de fréquence est donné, doit être prescrit dans la spécification particulière.

NOTE – Il convient de prendre le niveau moyen de bruit comme ligne de base. Cela est facilement réalisable lorsque l'analyseur de spectre comporte un filtre vidéo qui peut être réglé par une grande constante de temps, par exemple une largeur de bande passe-bas de 10 Hz.

## 4.5.28 Noise pedestal

### 4.5.28.1 General

The noise pedestal refers to the relative level of the oscillator frequency and the far-out noise level from the oscillator.

The graph in figure 40 shows a typical spectrum as obtained from a crystal oscillator as displayed on a spectrum analyzer. Subclause 4.5.25 relates to the measurement of the noise contribution close to the oscillator frequency, while this test relates to the far-out contribution, usually expressed in decibels, below the oscillator frequency.

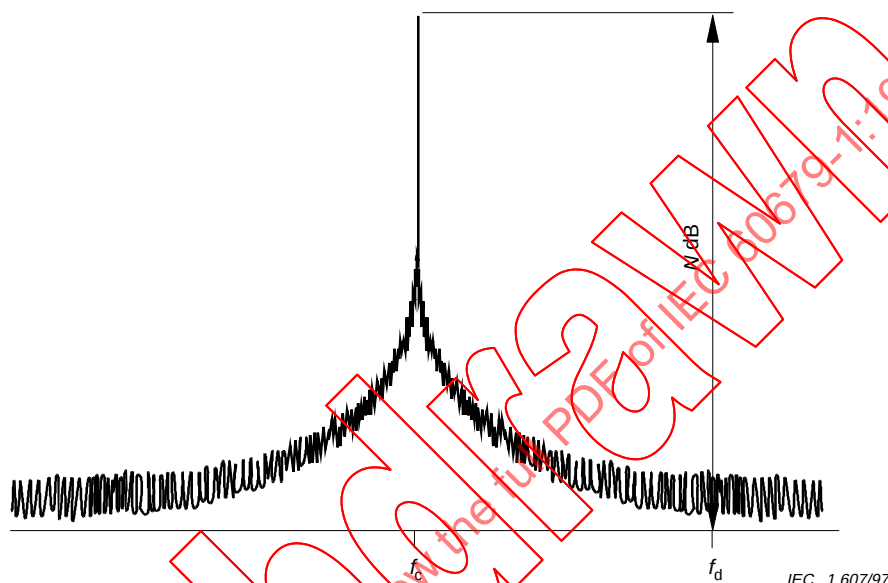


Figure 40 – Typical noise pedestal spectrum

### 4.5.28.2 Procedure

The oscillator shall be connected to the specified load and spectrum analyzer of specified resolution bandwidth, as shown in figure 21.

From the output spectrum of the oscillator displayed on the spectrum analyzer, the noise pedestal shall be measured from the noise base line where it reaches asymptotic level, or at a specified frequency ( $f_d$ ).

The measurement frequency ( $f_d$ ) or separation from the oscillator frequency ( $f_c - f_d$ ), if a specific frequency offset is relevant, shall be specified in the detail specification.

NOTE – The mean level of the noise should be taken as the base line. This may be easily assessed if the spectrum analyzer incorporates a video filter which may be set for a long time constant, for example to a 10 Hz low-pass bandwidth.

#### 4.5.28.3 Précautions

Les précautions suivantes doivent être observées:

- des précautions doivent être prises pour que la composante de bruit de l'analyseur de spectre ne perturbe pas la mesure du seuil de bruit; cela peut être vérifié en modifiant le réglage de l'atténuateur d'entrée de l'analyseur de spectre. Il est recommandé que cela ne change pas la valeur  $N$  (voir figure 40) mais abaisse plutôt le niveau de fréquence de l'oscillateur et le niveau de bruit hors bande. Le bruit de l'analyseur de spectre limitera l'application de cet essai aux oscillateurs ayant un seuil de bruit d'environ 70 dB à 90 dB (dépendant de l'analyseur de spectre) ou plus mauvais;
- si le seuil de bruit devait se situer en dessous du seuil de l'analyseur de spectre, la méthode décrite en 4.5.25 pourrait être utilisée pour obtenir une estimation du seuil de bruit; cela est suffisamment précis car, à bas niveaux, la composante majeure de tout le bruit résulte de la fréquence ou des effets de phase.

#### 4.5.29 Pureté spectrale

##### 4.5.29.1 Généralités

Le bruit hors bande est caractérisé par le rapport entre le niveau relatif de bruit à des fréquences éloignées de la fréquence de l'oscillateur, en incluant les fréquences harmoniques discrètes ou les tonalités monochromatiques parasites, et le niveau de la fréquence de l'oscillateur.

Le paragraphe 4.5.25 traite de la mesure du bruit de phase dans une extension de la région proche de la fréquence de l'oscillateur (à plusieurs largeurs de bande), alors que le présent paragraphe concerne la région «plate» de bruit qui fait suite à la précédente et qui s'étend de plusieurs kilohertz à plusieurs mégahertz de la fréquence de l'oscillateur.

##### 4.5.29.2 Méthode

L'oscillateur doit être connecté conformément à la figure 21 et l'analyseur de spectre doit être réglé pour afficher la gamme de fréquences spécifiée. Le niveau du seuil de bruit peut être déterminé directement (en décibels) sur l'écran de l'analyseur de spectre, en effectuant une correction appropriée pour la largeur de bande de l'analyseur (c'est-à-dire 10 dB par décade de largeur de bande) afin de ramener les données à une base de 1 Hz.

##### 4.5.29.3 Précautions

Des précautions doivent être prises afin de s'assurer que la composante de bruit de l'analyseur de spectre n'altère pas la mesure. Cela peut être vérifié en introduisant un atténuateur réglable entre l'oscillateur et l'analyseur de spectre, et en s'assurant que les niveaux de la porteuse et de bruit sont influencés de façon identique pour le même réglage de l'atténuateur.

Dans de nombreux cas, le rapport signal à bruit sur large bande d'oscillateurs pilotés par quartz excède très largement la gamme dynamique des analyseurs de spectre disponibles; dans ce cas, il peut être nécessaire d'utiliser un filtre de suppression à bande étroite pour affaiblir la porteuse d'une valeur donnée (c'est-à-dire 80 dB ou 90 dB) afin d'éviter de saturer l'analyseur. On peut utiliser, en variante, un dispositif à démodulation tel que la boucle d'asservissement de phase à bande étroite de 4.5.25 pour éliminer effectivement la porteuse.

NOTE – Etant donné que le niveau de bruit qu'ajoute un oscillateur piloté par quartz est comparable au bruit thermique produit par l'impédance de charge elle-même, un grand soin est recommandé dans le choix de tout amplificateur ou équipement de traitement du signal utilisé pour les mesures.

#### 4.5.30 Modulation fortuite de fréquence

L'oscillateur est connecté conformément à la figure 41 et l'on attend qu'il se stabilise. Le discriminateur de fréquence doit fournir une caractéristique linéaire sur une bande suffisamment large pour éviter une distorsion des composantes de bande de base dans la gamme de fréquences spécifiée. Le spectre de modulation fortuite de fréquence est obtenu directement sur l'enregistreur X – Y et doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans la spécification particulière.

#### 4.5.28.3 Precautions

The following precautions shall be observed:

- care shall be taken to ensure that the noise contribution of the spectrum analyzer does not degrade the measurement of noise pedestal; this may be checked by changing the input attenuator setting of the spectrum analyzer. This should not change the value of  $N$  (see figure 40), but rather reduce both the oscillator frequency level and the level of the far out noise. Spectrum analyzer noise will limit the applicability of this test to oscillators having a noise pedestal of about 70 dB to 90 dB (depending on the spectrum analyzer) or worse;
- should the noise pedestal be below the threshold level of the spectrum analyzer, the method described in 4.5.25 may be used to obtain an estimate of the noise pedestal; this is perfectly valid because, at low levels, the major contribution to the overall noise results from frequency or phase effects.

#### 4.5.29 Spectral purity

##### 4.5.29.1 General

Out-band noise refers to the relative level of the noise of frequencies far from the oscillator frequency, including discrete harmonic or spurious single frequency tones, to the level of the oscillator frequency.

Subclause 4.5.25 deals with the measurement of phase noise in the enhancement region near (within several bandwidths) the oscillator frequency, while this subclause refers to the flat additive noise region extending from several kilohertz to as much as several megahertz away from the oscillator frequency.

##### 4.5.29.2 Procedure

The oscillator shall be connected as shown in figure 21 and the spectrum analyzer adjusted to display the specified frequency range. The level of the noise pedestal may be determined directly from the spectrum analyzer display (in decibels), with appropriate correction for the analyzer bandwidth (that is 10 dB per decade bandwidth) in order to reduce the data to a 1 Hz basis.

##### 4.5.29.3 Precautions

Care shall be taken to ensure that the noise contribution of the spectrum analyzer does not degrade the measurement. This may be checked by inserting a variable attenuator between the oscillator and the spectrum analyzer, and ensuring that both carrier and noise levels respond equally to attenuator setting.

In many cases, the signal-to-wideband noise ratio of crystal controlled oscillators will greatly exceed the dynamic range of available spectrum analyzers; in this case, it will be necessary to use a narrow-band elimination filter to attenuate the carrier to some known amount (that is 80 dB or 90 dB) in order to avoid saturation of the analyzer. Alternatively, some demodulation scheme may be used, such as the narrow-band phase locked loop of 4.5.25, to remove the carrier effectively.

NOTE – Since the additive noise level from a crystal controlled oscillator may be comparable to the thermal noise generated by the load impedance itself, great care is recommended in the selection of any amplifier or signal processing equipment used in its measurement.

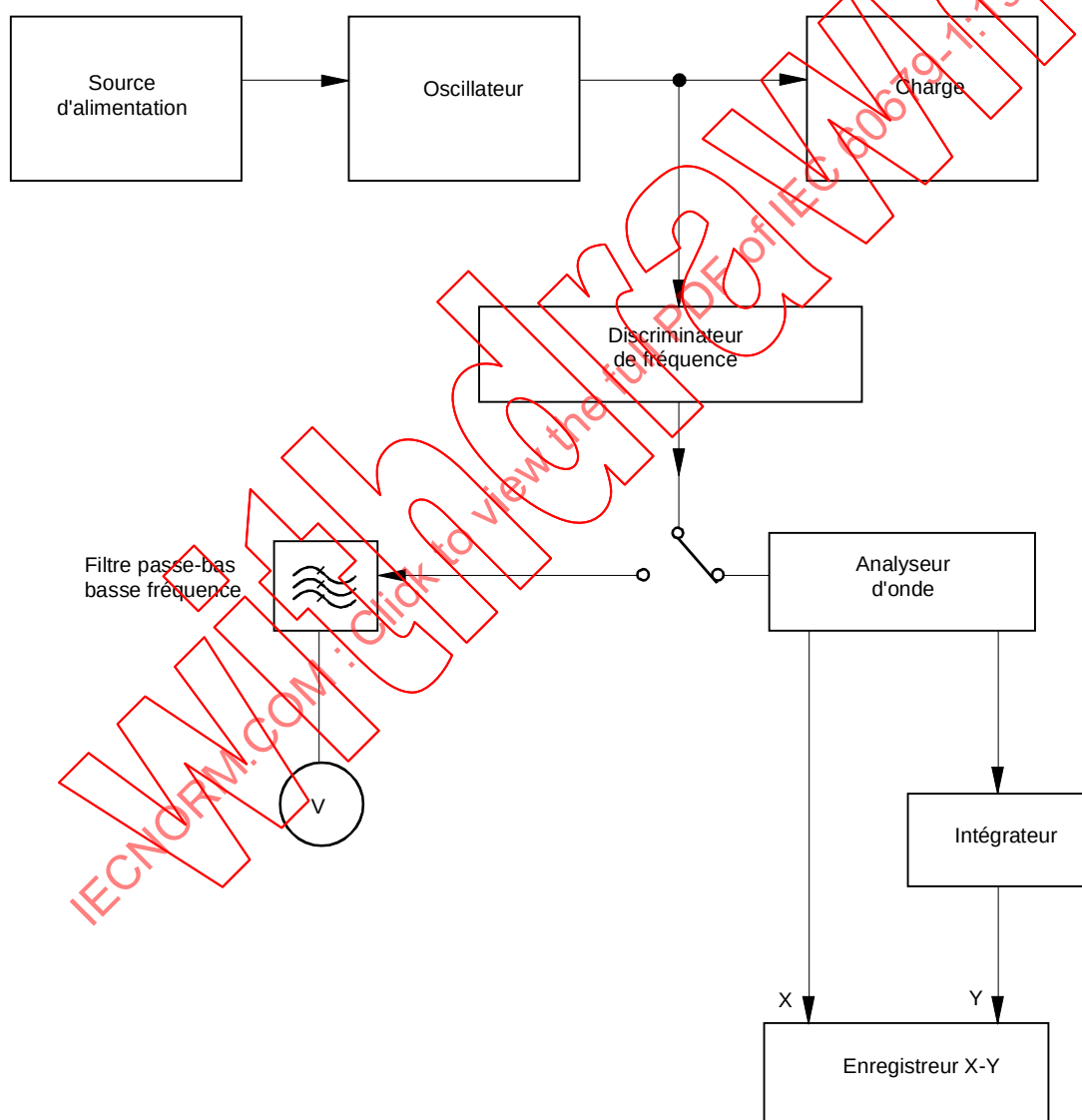
#### 4.5.30 Incidental frequency modulation

The oscillator is connected as shown in figure 41 and allowed to stabilize. The frequency discriminator shall provide a linear characteristic over a sufficiently wide band to prevent distortion of base-band spectral components in the specified frequency range. The incidental f.m. spectrum will be obtained directly on the X – Y recorder and shall be within the limits stated in the detail specification.

S'il est spécifié de déterminer le signal de modulation de fréquence dans une zone particulière de la bande de base, un filtre passe-bande approprié et un voltmètre en valeur efficace peuvent remplacer l'analyseur d'onde et l'enregistreur X – Y. Dans chaque cas, la caractéristique du discriminateur (écart en volts/hertz) doit être déterminée afin d'établir le système d'étalonnage.

La précaution suivante doit être prise en considération.

La modulation fortuite de fréquence des oscillateurs pilotés par quartz de haute qualité est généralement très faible, particulièrement à des fréquences faibles de la bande de base. Le choix des discriminateurs à faible bruit et des amplificateurs vidéo doit donc être fait avec soin. Le temps d'intégration après détection et le taux d'analyse de l'analyseur d'onde doivent être réglés de façon à être compatibles avec la largeur de bande de l'analyseur, afin de garantir une mesure exacte des tonalités discrètes de modulation de fréquence telles que celles qui sont produites par une ondulation de la tension d'alimentation, etc.



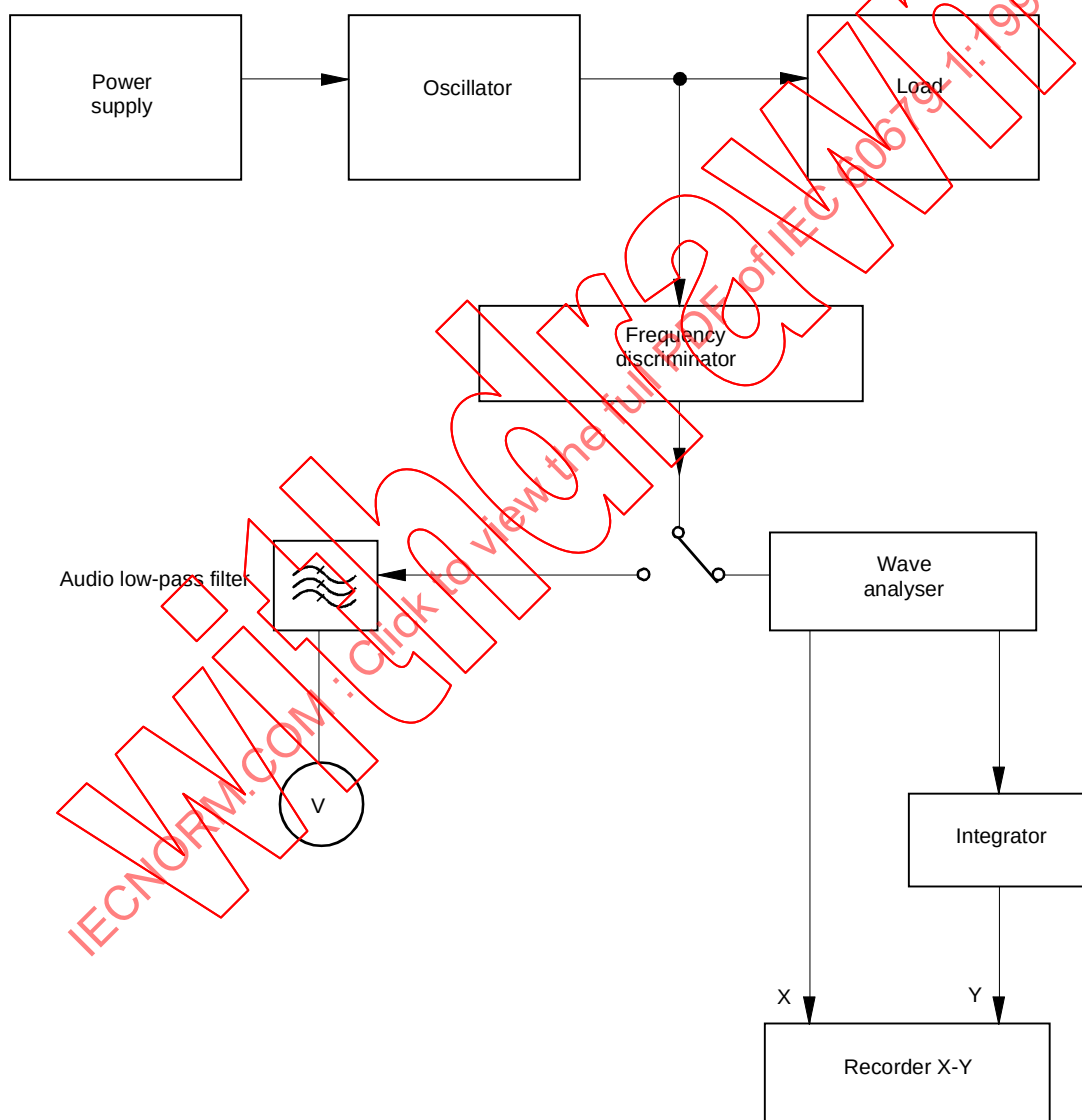
IEC 1608/97

Figure 41 – Circuit d'essai pour mesurer la modulation fortuite de fréquence

If it is specified to determine the total f.m. signal in a particular base-band region, a suitable band-pass filter and r.m.s. voltmeter may be substituted for the wave analyzer and X – Y recorder. In either case, it shall be necessary to determine the discriminator characteristic (volts/hertz deviation) in order to establish the calibration system.

It shall be necessary to take into consideration the following precaution.

The incidental f.m. of high-quality crystal controlled oscillators is commonly very small, especially at low base-band frequencies, requiring careful selection of low-noise discriminators and video amplifiers. Post-detection integration time and wave analyzer scanning rate shall be adjusted to be compatible with the wave analyzer bandwidth, in order to ensure accurate measurement of discrete f.m. tones, such as those produced by power supply ripple voltage, etc.



IEC 1608/97

**Figure 41 – Test circuit for the measurement of incidental frequency modulation**

#### 4.5.31 Fluctuations relatives efficaces de fréquence

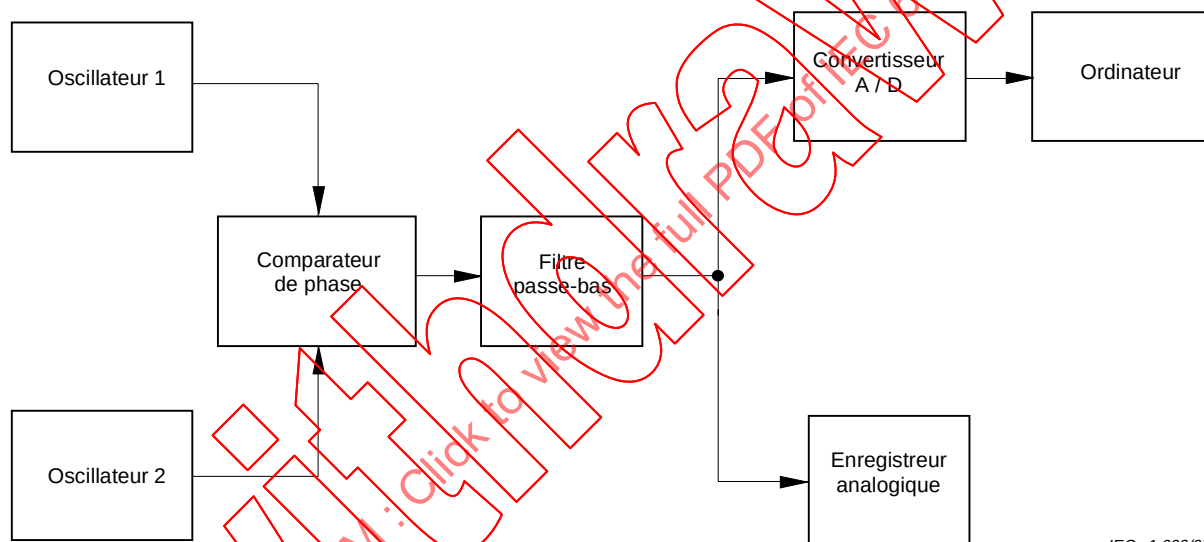
##### 4.5.31.1 Méthode

En principe, les mesures de stabilité du domaine temps sont réalisées en tenant compte d'une source de référence ayant une meilleure stabilité que l'oscillateur à l'essai.

Cependant, dans la pratique, des comparaisons sont généralement faites entre deux oscillateurs de conception similaire, et habituellement on suppose que la densité de probabilité et les fonctions de répartition de leurs processus de bruit aléatoire sont pratiquement identiques. En raison des processus de bruit combinés du point de vue énergétique, les fluctuations relatives en fréquence entre les deux oscillateurs identiques doivent être divisées par  $\sqrt{2}$  pour parvenir à une estimation de la fluctuation d'un seul oscillateur. Cela apparaît dans la formule dérivée pour chacune des deux méthodes.

##### Méthode 1 – Deux oscillateurs ayant exactement la même fréquence moyenne

Les deux oscillateurs doivent être connectés comme le montre la figure 42.



IEC 1 609/97

NOTE – Les comparateurs de phase sont souvent très sensibles aux écarts de phase et d'amplitude. Afin de minimiser la sensibilité en amplitude, il est d'usage d'utiliser un mélangeur à double équilibrage comme détecteur de quadrature.

Figure 42 – Circuit d'essai pour la méthode 1

Dans le cas de la méthode 1, le comparateur de phase produit un signal analogique qui est directement proportionnel aux fluctuations de phase instantanées entre les deux signaux d'oscillateur (pour des fréquences de Fourier en dessous de la fréquence de coupure du filtre passe-bas). Ce signal peut être examiné par des méthodes analogues (comme l'enregistreur graphique à déroulement continu, le voltmètre efficace ou l'analyseur de spectre) ou peut être examiné par des méthodes du domaine temps en utilisant un échantillonnage type convertisseur A/D ayant un temps moyen d'échantillonnage contrôlé  $\tau$  et les mesures répétitives stockées pour analyse par un ordinateur. L'application de cette méthode n'entraîne pas de temps mort dans le système de mesure et la fluctuation relative efficace de fréquence est:

### 4.5.31 RMS fractional frequency fluctuations

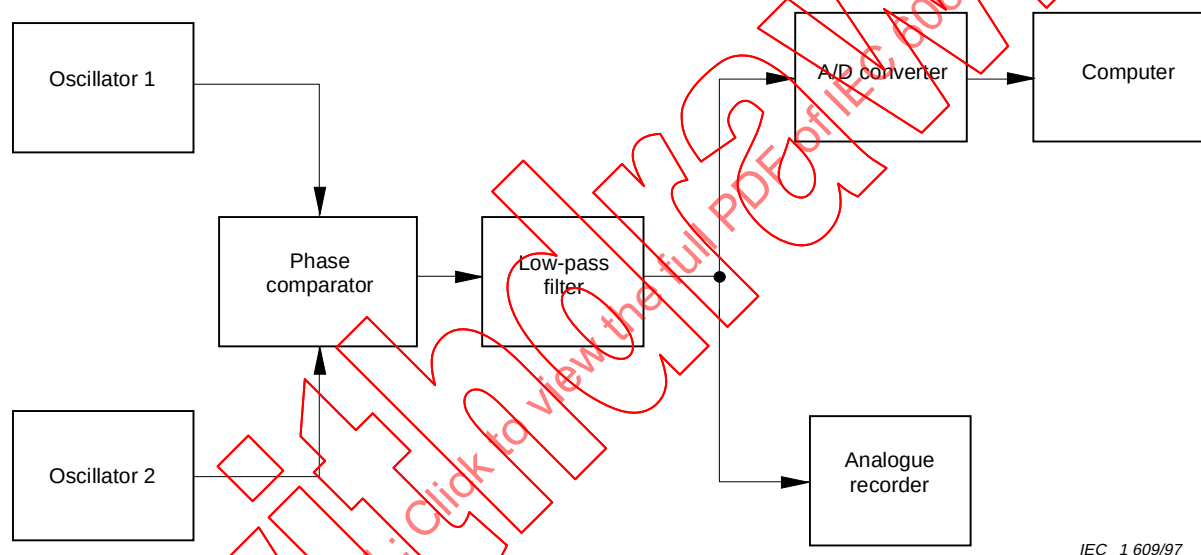
#### 4.5.31.1 Procedure

In principle, time domain stability measurements are made with respect to a reference source having much better stability than the unit under test.

In general practice, however, comparisons are commonly made between two oscillators of similar design, and it is usually assumed that the probability densities and distribution functions of their random noise processes are nearly the same. Since the noise processes combine on a power basis, the fractional frequency fluctuations between the two similar oscillators shall be divided by  $\sqrt{2}$  to arrive at an estimate of the fluctuation due to one of the oscillators alone. This is reflected in the formulae derived for each of the two methods.

**Method 1** – Two oscillators having exactly the same mean frequency

The two oscillators shall be connected as shown in figure 42.



IEC 1 609/97

NOTE – Phase comparators are often sensitive to both phase and amplitude deviations. In order to minimize sensitivity to amplitude, it is normal practice to use a double-balanced mixer as a quadrature detector.

**Figure 42 – Test circuit for method 1**

In the case of method 1, the phase comparator produces an analogue signal which is directly proportional to the instantaneous phase fluctuations between the two oscillator signals (for Fourier frequencies below the cut-off of the low-pass filter). This signal may be examined by analogue methods (such as continuous strip-chart recorder, r.m.s. voltmeter or spectrum analyzer), or it can be examined by time domain methods using a sampling type A/D converter with a controlled sample averaging time  $\tau$ , and the repetitive sampled measurements stored for analysis by a computer. Using this method, there is no dead time introduced in the measurement system, and the r.m.s. fractional frequency fluctuation is:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{eff.}} = \frac{1}{4 \pi F_0 \tau} \left[ \frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} \left[ [\varphi(t_k + 2\tau) - \varphi(t_k + \tau)] - [\varphi(t_k + \tau) - \varphi(t_k)] \right]^2 \right]^{1/2}$$

où

$M$  est le nombre de mesures successives;

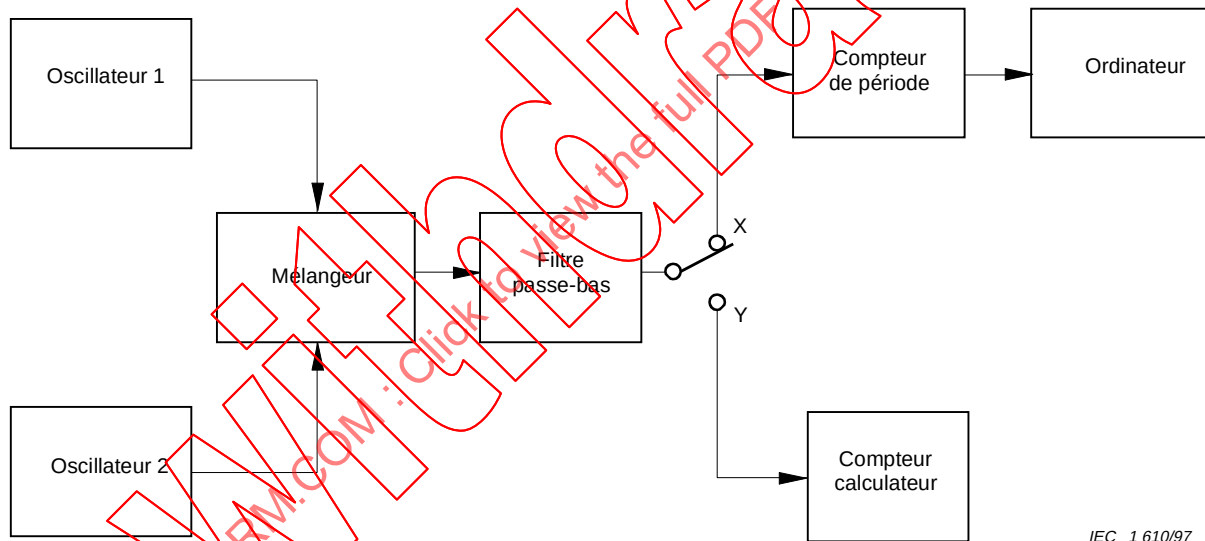
$\tau$  est le temps moyen d'échantillonnage.

NOTE – Si l'oscillateur de référence utilisé possède une bien meilleure stabilité que l'oscillateur à l'essai, alors toutes les fluctuations de fréquence peuvent être attribuées à l'oscillateur à l'essai et l'équation ci-dessus sera multipliée par  $\sqrt{2}$ .

## Méthode 2 – Deux oscillateurs ayant des fréquences légèrement différentes

Les deux oscillateurs doivent être connectés comme le montre la figure 43.

Dans ce cas, les deux oscillateurs à comparer sont rendus pour l'essentiel identiques si ce n'est que l'un des quartz est réglé sur une fréquence légèrement différente. C'est pourquoi, la sortie du mélangeur aura une forme d'onde sinusoïdale dont la fréquence sera la différence entre les deux fréquences des deux oscillateurs. La plupart du temps cela est réalisé dans la gamme de 100 Hz à 10 kHz. On suppose que la petite différence dans le réglage des quartz n'influence pas de manière significative les caractéristiques de bruit aléatoire de l'oscillateur.



IEC 1 610/97

NOTE – Les positions X ou Y peuvent être utilisées pour mesurer la variance d'Allan et l'écart. X permet également de déterminer l'écart standard.

**Figure 43 – Circuit d'essai pour la méthode 2**

Le nombre spécifié de mesures  $M$  de la période de la fréquence de battement est effectué durant un temps moyen spécifié  $\tau$  (il convient que  $\tau$  soit un nombre entier de périodes de la fréquence de battement). L'intervalle entre les mesures successives,  $T$ , est la plupart du temps plus long au minimum d'une période de fréquence de battement que le temps moyen d'échantillonnage  $\tau$  (et peut être supérieur de deux ou plusieurs périodes en fonction de la fréquence de battement et du temps de recyclage du système d'acquisition de données). La fluctuation relative de fréquence est:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{rms}} = \frac{1}{4\pi F_0 \tau} \left[ \frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} \left[ [\varphi(t_k + 2\tau) - \varphi(t_k + \tau)] - [\varphi(t_k + \tau) - \varphi(t_k)] \right]^2 \right]^{1/2}$$

where

$M$  is the number of repetitive measurements;

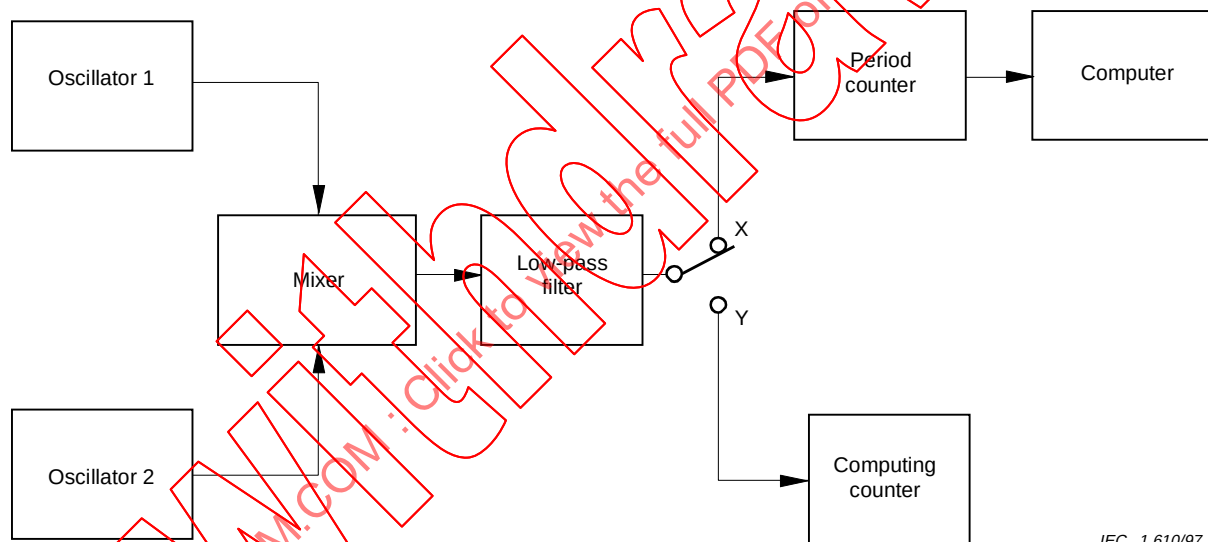
$\tau$  is the sample averaging time.

NOTE – If, in fact, the reference oscillator used has much better stability than the unit under test, then all of the frequency fluctuations can be attributed to the unit under test and the equation above should be multiplied by  $\sqrt{2}$ .

### Method 2 – Two oscillators having slightly different frequencies

The two oscillators shall be connected as shown in figure 43.

In this case, the two oscillators being compared are usually made to be essentially identical, except that one of the controlling crystals is adjusted to a slightly different frequency. Therefore, the output of the mixer will have a sinusoidal waveform whose frequency is the difference between the two oscillator frequencies. This is commonly chosen to be somewhere in the range from 100 Hz to 10 kHz. It is assumed that the small difference in crystal unit adjustment will not significantly influence the random noise characteristics of the oscillator.



IEC 1 610/97

NOTE – Position X or Y may be used to obtain the Allan variance and deviation. X allows determination of the standard deviation as well.

**Figure 43 – Test circuit for method 2**

The specified number of measurements  $M$  of the period of the beat frequency is made, using the specified averaging time  $\tau$  ( $\tau$  should be an integral number of periods of the beat frequency). The interval between successive measurements  $T$  will usually be at least one period of the beat frequency longer than the sample averaging time  $\tau$  and may be two or more periods greater depending upon the beat frequency and the recycling time of the counter-data acquisition system. The fractional frequency fluctuation is:

$$\frac{\Delta F}{F_0}(\tau)_{\text{eff.}} = \frac{1}{\sqrt{B_2(r, \mu)}} \times \frac{1}{2 F_0} \left[ \frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (F_{k+1} - F_k)^2 \right]^{1/2}$$

où

$\tau$  est le temps moyen d'échantillonnage;

$B_2(r, \mu)$  est le facteur de correction pour temps mort;

$T$  est la période d'échantillonnage;

$r = \frac{T}{\tau}$  est le rapport de la période d'échantillonnage sur le temps moyen d'échantillonnage;

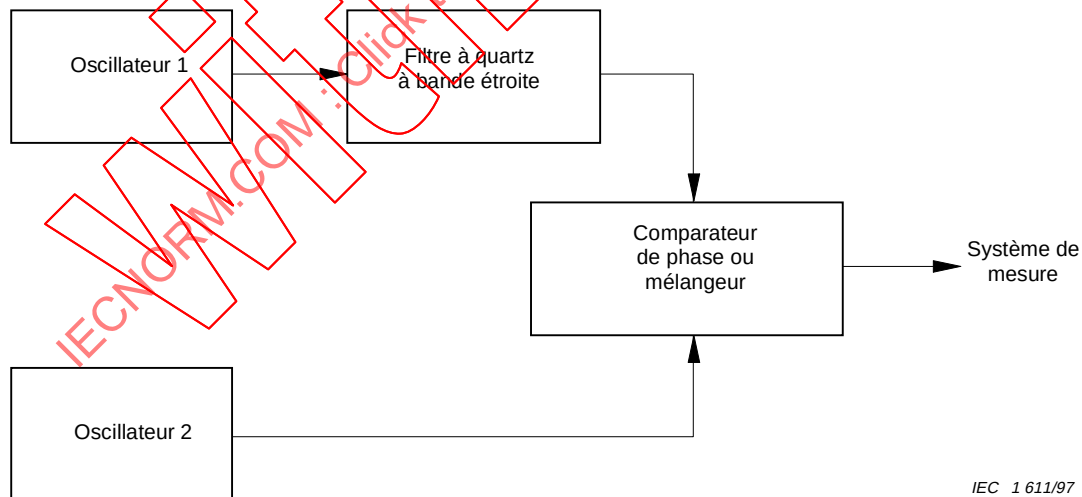
$F_k, F_{k+1}$  sont les moyennes des mesures successives de la fréquence de battement pour un temps  $\tau$ , comme décrit ci-dessus.

NOTE – Comme pour la méthode 1 précédente, si l'oscillateur de référence est d'une bien meilleure stabilité que l'oscillateur en essai, toutes les fluctuations de fréquence peuvent être attribuées à l'oscillateur essayé, et la valeur précédente sera multipliée par  $\sqrt{2}$ .

#### 4.5.31.2 Modification des méthodes 1 et 2

Utilisation d'un filtre à quartz

Dans des cas particuliers (par exemple lorsque des temps moyens très courts sont choisis), un filtre à quartz à bande étroite peut être inséré, comme le montre la figure 44, entre l'oscillateur de référence et le mélangeur ou comparateur de phase. En ce qui concerne les temps d'échantillonnage  $\tau$  qui sont plus brefs que la valeur inverse de la largeur de bande du filtre, cette modification peut supprimer le bruit des bandes latérales provenant du signal de référence de sorte que seules les fluctuations de l'oscillateur en essai sont observées. Cependant, pour plus d'efficacité, le filtre à quartz ne doit pas être perturbé par un bruit excessif, il doit être protégé des perturbations mécaniques et maintenu à une température constante.



IEC 1611/97

Figure 44 – Variantes pour les méthodes 1 et 2

#### 4.5.31.3 Précautions

La stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur étant une mesure très sensible de la pureté spectrale, il convient d'effectuer les mesures dans des conditions très précises de contrôle. Pour des ordres élevés de stabilité, il convient d'utiliser des enceintes blindées, l'appareil d'enregistrement étant placé hors de l'enceinte.

$$\frac{\Delta F}{F_0} (\tau)_{\text{rms}} = \frac{1}{\sqrt{B_2(r, \mu)}} \times \frac{1}{2 F_0} \left[ \frac{1}{(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (F_{k+1} - F_k)^2 \right]^{1/2}$$

where

$\tau$  is the sample averaging time;

$B_2(r, \mu)$  is the correction factor for dead time;

$T$  is the sampling period;

$r = \frac{T}{\tau}$  is the ratio of sampling period to sample averaging time;

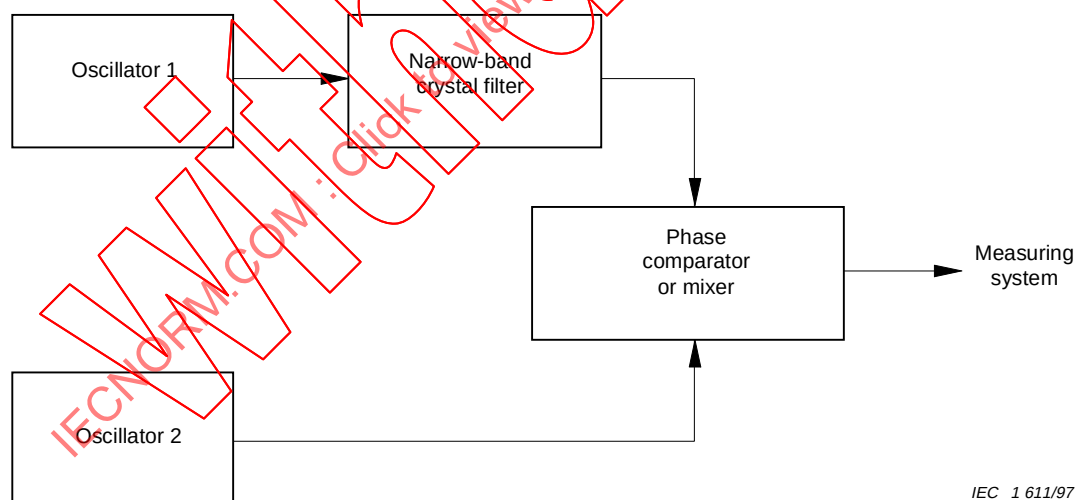
$F_k, F_{k+1}$  are the successive measurements of the beat frequency averaged for sample time  $\tau$ , as described above.

NOTE – As for method 1 above, if the reference oscillator has much better stability than the unit under test, all of the frequency fluctuations can be attributed to the unit under test and the value above should be multiplied by  $\sqrt{2}$ .

#### 4.5.31.2 Modification of methods 1 and 2

Use of a crystal filter

In special instances (for example if only very short averaging times are of interest), a narrow-band crystal filter may be inserted between the reference oscillator and the mixer or phase comparator, as shown in figure 44. For averaging times  $\tau$  much less than the reciprocal of the filter bandwidth, this modification can remove the noise sidebands from the reference signal, so that only the frequency fluctuations of the unit under test will be observed. To be effective, however, the crystal filter itself shall be free from excess noise, protected from mechanical disturbances and maintained at constant temperature.



IEC 1 611/97

Figure 44 – Circuit modifications for methods 1 and 2

#### 4.5.31.3 Precautions

The short-term frequency stability of an oscillator is a very sensitive measure of the spectral purity and, as such, should be performed under controlled conditions. For high orders of stability, screened enclosures should be used, the recording apparatus being outside the enclosure.

#### 4.5.31.4 Résultats

Un exemple de la stabilité de fréquence à court terme d'un oscillateur, qui doit être fournie sous forme de graphique, est présenté à la figure 45.

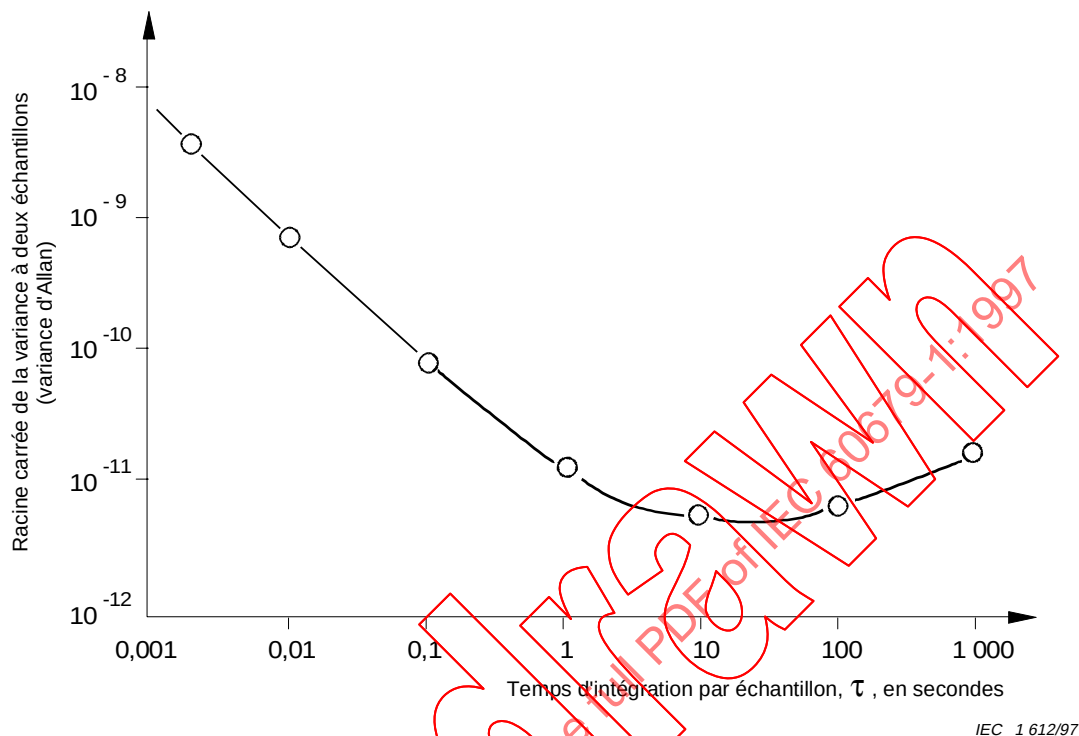


Figure 45 – Stabilité de fréquence à court terme dans le domaine temps d'un oscillateur de précision typique de 5 MHz

#### 4.5.32 Brouillage électromagnétique (par rayonnement)

Cette méthode doit être utilisée sauf s'il existe des prescriptions différentes dans les règlements nationaux.

Les dispositions relatives aux essais sont décrites aux figures 46a et 46b.

#### 4.5.31.4 Results

The short-term frequency stability of an oscillator shall be given in graphical form. An example is given in figure 45.

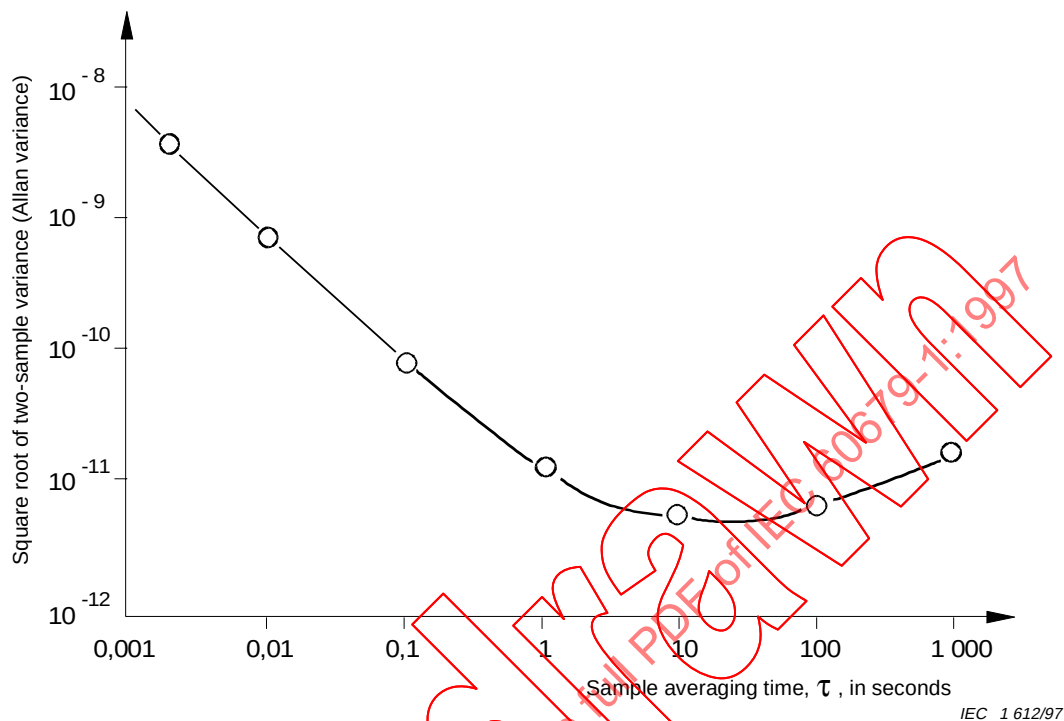
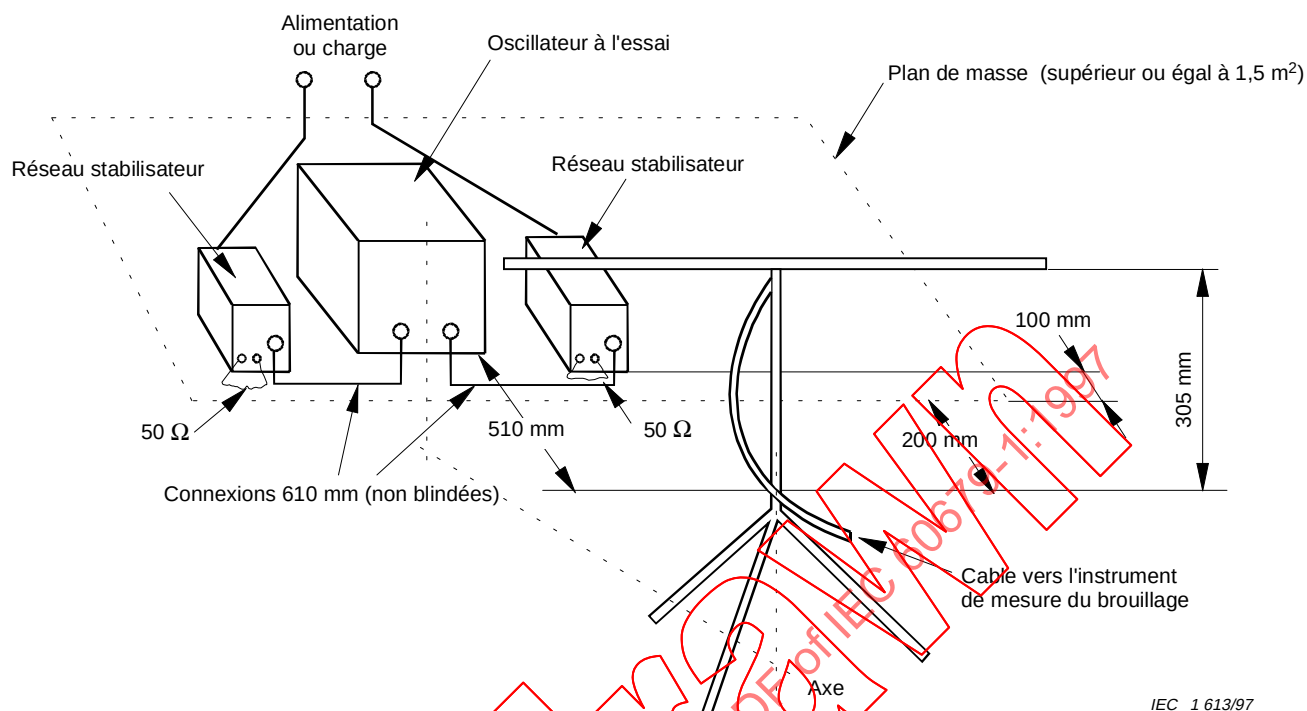


Figure 45 – Time-domain short-term frequency stability of a typical 5 MHz precision oscillator

#### 4.5.32 Electromagnetic interference (radiated)

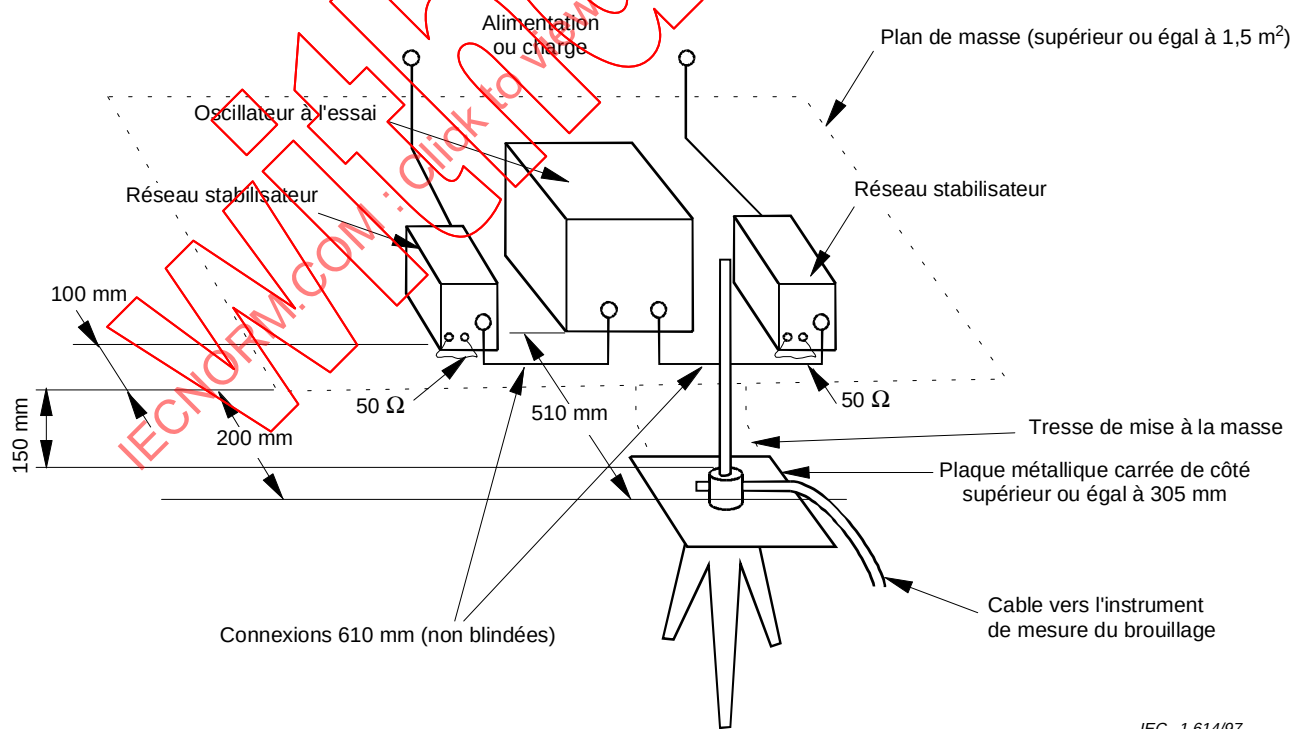
This method shall be used, unless otherwise specified by national regulations.

The test arrangements shall be as described in figures 46a and 46b.



NOTE – Le réseau stabilisateur doit être relié au plan de masse.

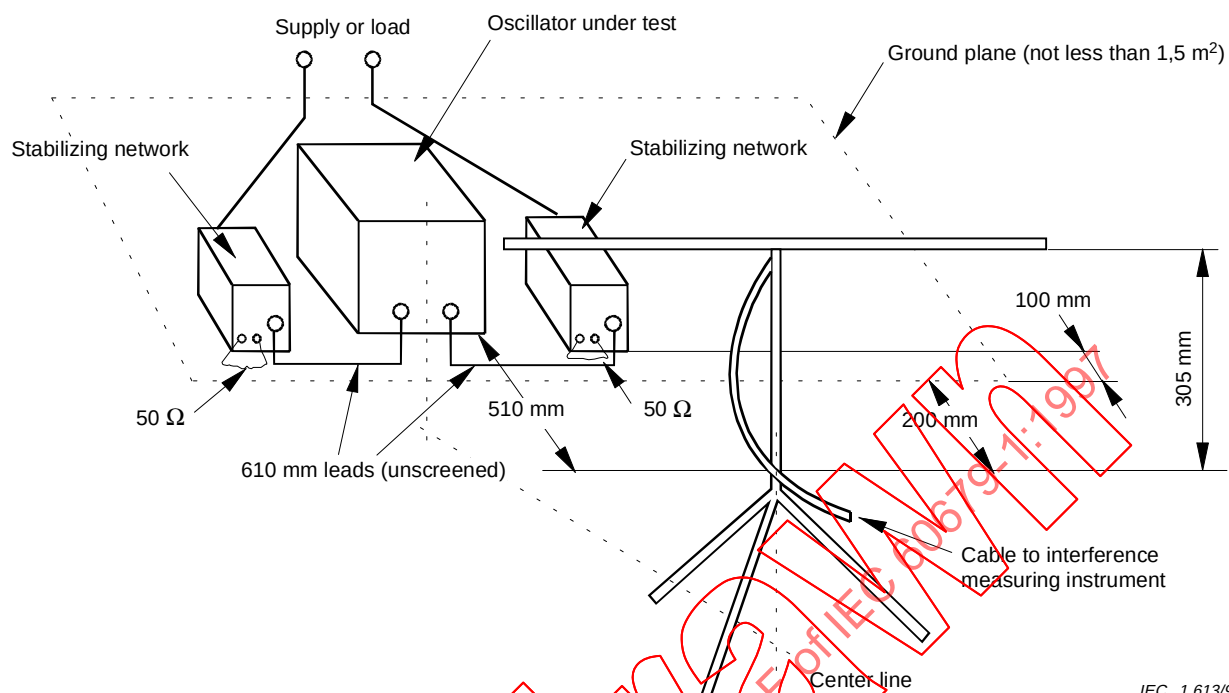
**Figure 46a – Disposition typique pour les essais de brouillage par rayonnement, fréquences égales ou supérieures à 30 MHz**



NOTE – Le réseau stabilisateur doit être relié au plan de masse.

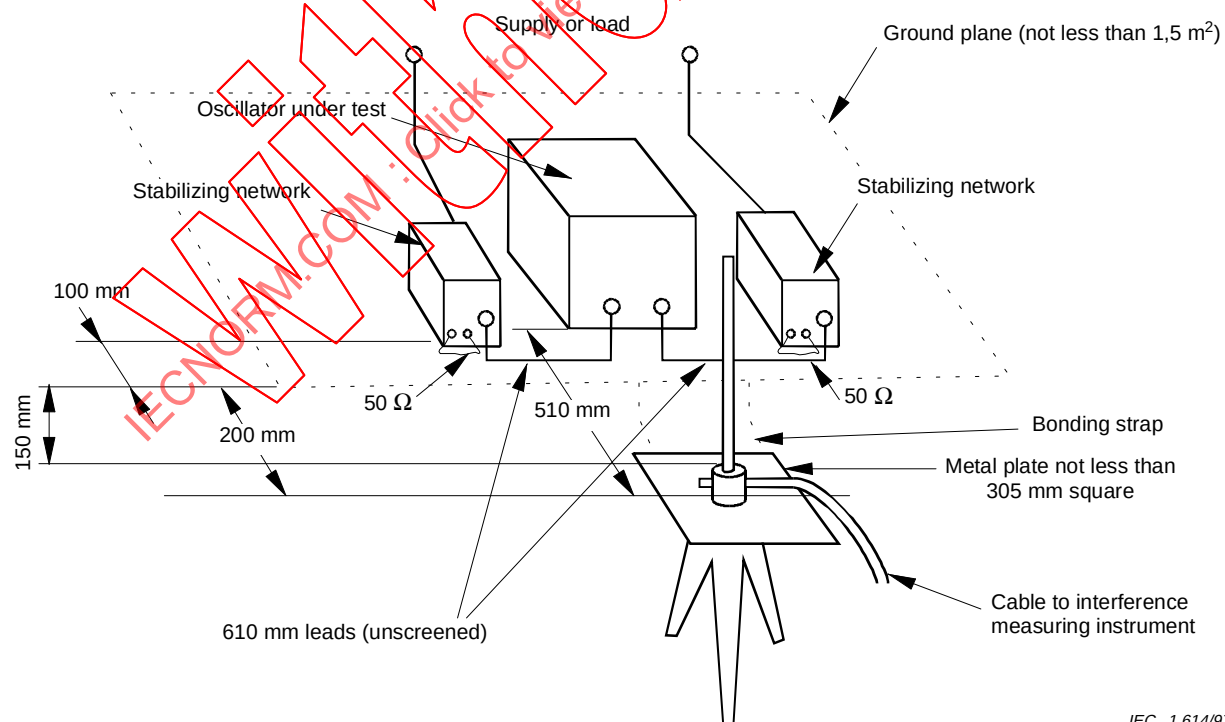
**Figure 46b – Disposition typique pour les essais de brouillage par rayonnement, fréquences inférieures à 30 MHz**

**Figure 46 – Essais de brouillage par rayonnement**



NOTE – Stabilizing network to be bonded to the ground plane.

**Figure 46a – Typical arrangement for radiated interference tests, 30 MHz and above**



NOTE – Stabilizing network to be bonded to the ground plane.

**Figure 46b – Typical arrangement for radiated interference tests, below 30 MHz**

**Figure 46 – Radiated interference tests**

#### 4.5.32.1 Conditions d'essais

En ce qui concerne les essais de brouillage électromagnétique par rayonnement, il est essentiel que l'essai se déroule dans une pièce blindée de dimensions égales ou supérieures à 2,4 m de hauteur, 2,1 m de largeur et 4,6 m de longueur.

De façon idéale, il est recommandé que les essais de brouillage par rayonnement soient effectués dans une pièce blindée ayant des filtres appropriés sur toutes les connexions d'alimentation aboutissant à l'oscillateur. Si cela n'est pas réalisable, des précautions doivent être prises de façon à s'assurer que les résultats ne sont pas affectés par des bruits de tension d'alimentation et des champs autres que ceux qui sont dus à l'oscillateur à l'essai. Cela implique l'utilisation de filtres additionnels dans les circuits d'alimentation et/ou de charge.

Il convient que l'oscillateur à essayer soit monté sur le plan de masse. Le plan de masse doit être relié à la pièce blindée par des connexions aboutissant à des points qui ne doivent pas être espacés de plus de 0,9 m et aux extrémités du plan de masse.

Les fils de connexion de l'oscillateur à l'essai au réseau stabilisateur d'impédance de ligne doivent mesurer 610 mm de longueur et doivent être soit blindés, soit non blindés, comme le montre la figure appropriée. Les réseaux stabilisateurs d'impédance sur les lignes qui ne sont pas mesurées doivent être adaptés à l'aide de résistances de 50  $\Omega$  non réactives.

L'impédance caractéristique du réseau stabilisateur doit se situer dans les limites définies à la figure 47. La figure 48 présente une méthode pratique pour parvenir à cette impédance.

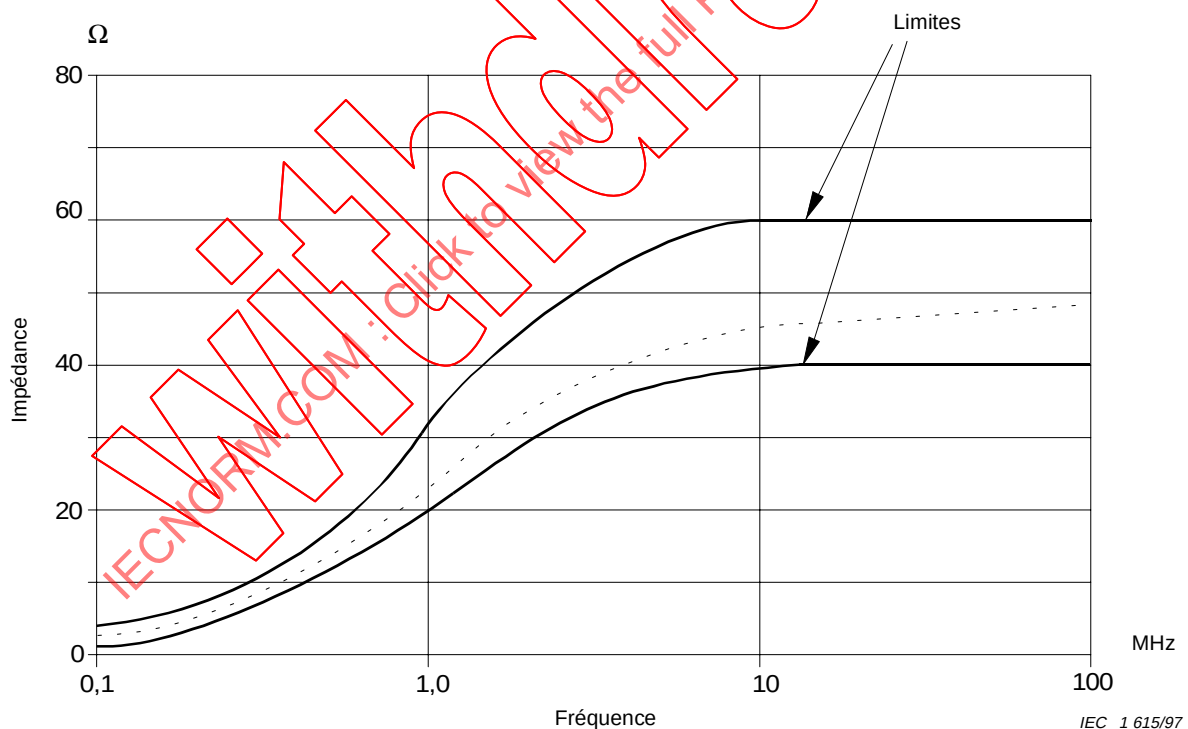


Figure 47 – Caractéristiques de l'impédance de ligne du réseau stabilisateur

#### 4.5.32.1 Test conditions

For tests of radiated interference, it is essential that the test should be made in a screened room having dimensions not less than 2,4 m high, 2,1 m wide, and 4,6 m long.

Ideally, the tests for conducted interference should be made in a screened room having adequate filters in all incoming supply lines. If this is impracticable, precautions should be taken to ensure that the results are not affected by noise voltages and fields other than those due to the oscillator under test. This will involve the use of additional filters in the supply and/or load circuits.

The oscillator under test should be mounted on the ground plane. The ground plane shall be bonded to the screened room at points not more than 0,9 m apart, and at the ends of the ground plane.

The leads from the oscillator under test to the line impedance stabilizing network shall be 610 mm in length, and shall be screened or unscreened, as shown in the appropriate figure. The stabilizing networks in the lines not being measured shall be terminated by 50  $\Omega$  non-reactive resistors.

The impedance characteristics of the stabilizing network shall be within the limits of figure 47. One practical method of attaining this impedance is shown in figure 48.

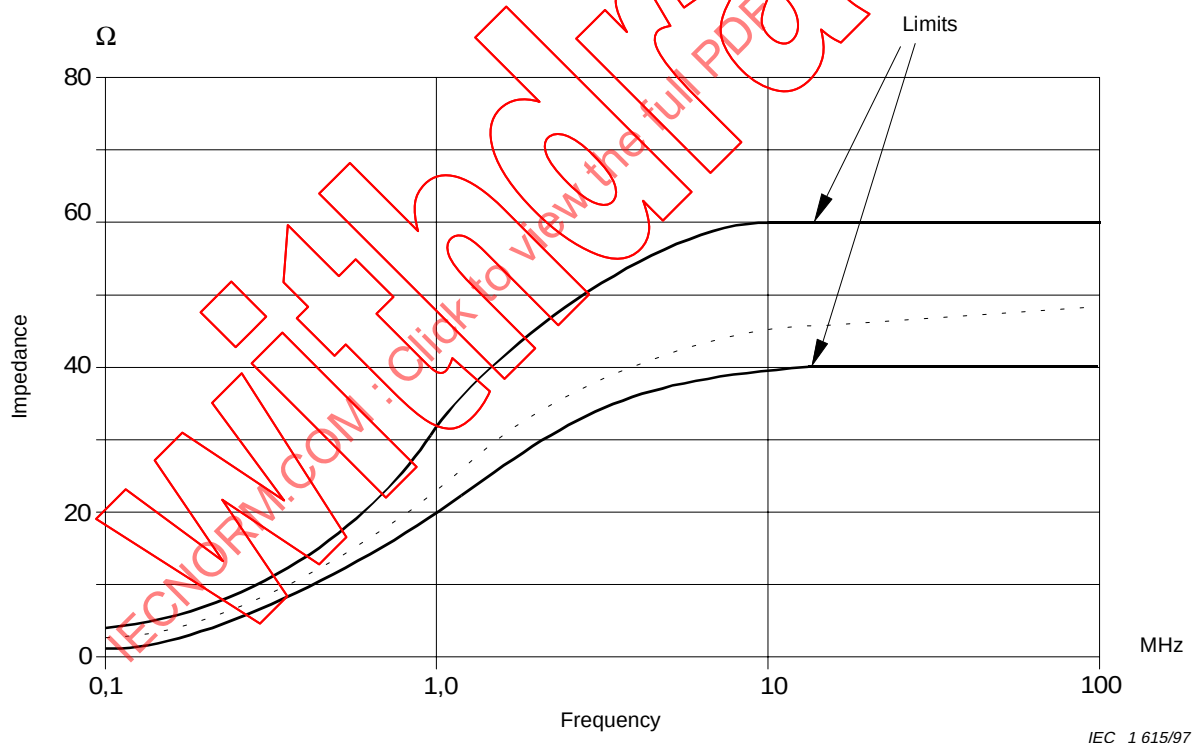
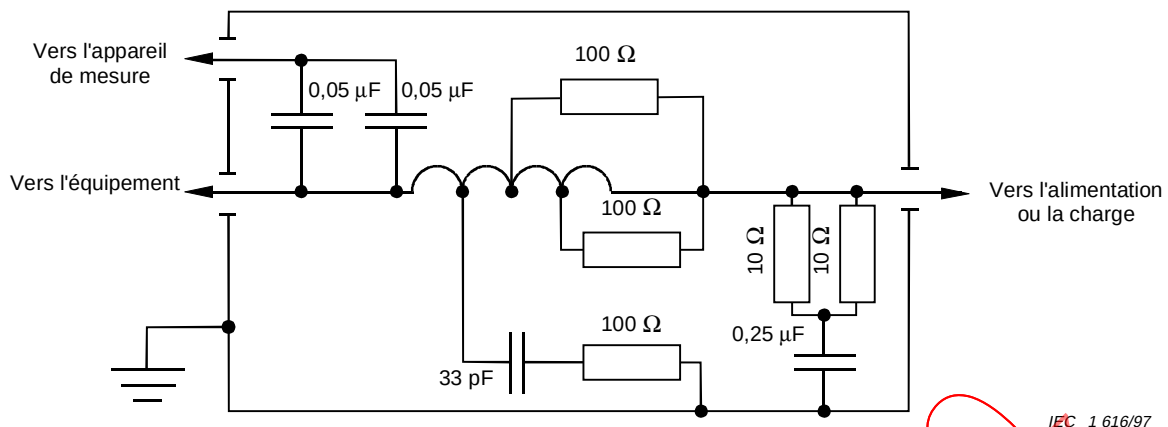


Figure 47 – Characteristics of line impedance of stabilizing network



Caractéristiques de l'inductance:

5 µH, 10 spires, fil 4 SWG<sup>1)</sup> = 5,89 mm (0,232 in), enroulé sur mandrin de 51,0 mm (2 in) de diamètre.

**Figure 48 – Schéma de l'impédance de ligne du réseau stabilisateur**

#### 4.5.32.2 Méthode

L'oscillateur doit être mis en place dans une pièce blindée, avec le système de mesure décrit ci-dessus.

Les mesures doivent être réalisées dans les conditions de charge entraînant les pires conditions d'utilisation du point de vue du brouillage radioélectrique.

Une antenne fouet de 1 016 mm ± 25 mm de long doit être utilisée pour les fréquences inférieures à 30 MHz. Cette antenne doit être située au point où le brouillage maximal est obtenu lorsqu'on la déplace le long d'une ligne parallèle au bord antérieur du plan de masse. Pour les fréquences égales ou supérieures à 30 MHz, on doit utiliser une antenne dipôle horizontale; pour la gamme de fréquences 30 MHz à 50 MHz, un dipôle 50 MHz doit être utilisé; au-dessus de 50 MHz un dipôle résonant doit être utilisé. Le dipôle doit être placé parallèlement au bord antérieur du plan de masse. Il doit être d'une hauteur de 305 mm ± 25 mm au-dessus du plan de masse et son centre doit être sur la même ligne que le centre géométrique du matériel à l'essai. Le fouet ou l'antenne dipôle doivent être placés à 508 mm du point le plus rapproché de la surface de l'oscillateur. Lorsque le dipôle a une longueur inférieure à celle du dispositif d'essai, il doit être déplacé parallèlement au bord du plan de masse jusqu'au point où la réponse est maximale.

#### 4.5.32.3 Appareils de mesure

Pour effectuer les mesures spécifiées dans la présente norme, il est préférable d'utiliser des appareils de mesure qui permettent de mesurer des valeurs de crête et qui ont des largeurs de bande entrant dans les limites définies au tableau 1. Les appareils de mesure qui ont d'autres largeurs de bande peuvent être acceptés si on peut utiliser des facteurs de corrélation convenables.

<sup>1)</sup> Calibre du fil selon la norme de Royaume-Uni.