

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC STANDARD**

**Publication 679-1**  
Première édition - First edition  
1980

---

**Oscillateurs pilotés par quartz**

**Première partie : Informations générales, conditions et méthodes d'essai**

---

**Quartz crystal controlled oscillators**

**Part 1 : General information, test conditions and methods**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

Publication 679-1  
Première édition - First edition  
1980

---

**Oscillateurs pilotés par quartz**

Première partie : Informations générales, conditions et méthodes d'essai

---

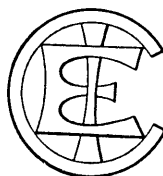
**Quartz crystal controlled oscillators**

**Part 1 : General information, test conditions and methods**

---

**Mots clés :** oscillateurs, exigences, essais, définitions, dipôles résonateurs à quartz, essais des matériaux.

**Key words :** oscillators, requirements, testing, definitions, quartz-crystal resonators; materials testing.



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

|                     | Pages |
|---------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . . | 6     |
| PRÉFACE . . . . .   | 6     |

### CHAPITRE I: INFORMATIONS GÉNÉRALES

| Articles                                                                             |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Domaine d'application . . . . .                                                   | 8  |
| 2. Objet . . . . .                                                                   | 8  |
| 3. Termes et définitions . . . . .                                                   | 8  |
| 3.1 Oscillateur à quartz en boîtier (PXO) . . . . .                                  | 8  |
| 3.2 Oscillateur à quartz à mode partiel . . . . .                                    | 8  |
| 3.3 Coupe du quartz . . . . .                                                        | 8  |
| 3.4 Oscillateur à quartz commandé par une tension (VCXO) . . . . .                   | 10 |
| 3.5 Oscillateur à quartz à compensation de température (TCXO) . . . . .              | 10 |
| 3.6 Oscillateur à quartz à enceinte à température régulée (OCXO) . . . . .           | 10 |
| 3.7 Fréquence nominale . . . . .                                                     | 10 |
| 3.8 Tolérance de fréquence . . . . .                                                 | 10 |
| 3.9 Décalage de fréquence . . . . .                                                  | 10 |
| 3.10 Fréquence d'ajustage . . . . .                                                  | 12 |
| 3.11 Gamme d'ajustage de la fréquence . . . . .                                      | 12 |
| 3.12 Gamme de températures de fonctionnement . . . . .                               | 12 |
| 3.13 Gamme de températures d'utilisation . . . . .                                   | 12 |
| 3.14 Température de référence . . . . .                                              | 12 |
| 3.15 Température du point de référence . . . . .                                     | 12 |
| 3.16 Temps de stabilisation . . . . .                                                | 14 |
| 3.17 Coefficient de tension de la fréquence . . . . .                                | 14 |
| 3.18 Coefficient de charge de la fréquence . . . . .                                 | 14 |
| 3.19 Vieillesse de fréquence (stabilité à long terme de la fréquence) . . . . .      | 14 |
| 3.20 Stabilité de fréquence à court terme . . . . .                                  | 14 |
| 3.21 Densité spectrale énergétique des fluctuations relatives de fréquence . . . . . | 14 |
| 3.22 Variance d'Allan de la fluctuation relative de fréquence . . . . .              | 14 |
| 3.23 Fluctuation relative efficace de fréquence . . . . .                            | 16 |
| 3.24 Bruit de phase (instabilité de phase) . . . . .                                 | 16 |
| 3.25 Pureté spectrale . . . . .                                                      | 16 |
| 3.26 Modulation fortuite de la fréquence . . . . .                                   | 16 |
| 3.27 Distorsion de la modulation d'amplitude . . . . .                               | 18 |
| 3.28 Linéarité de l'écart de modulation de la fréquence . . . . .                    | 18 |
| 3.29 Distorsion harmonique . . . . .                                                 | 18 |
| 3.30 Oscillations parasites . . . . .                                                | 18 |
| 3.31 Durée d'une impulsion . . . . .                                                 | 18 |
| 3.32 Temps de montée . . . . .                                                       | 18 |
| 3.33 Temps de descente . . . . .                                                     | 18 |
| 3.34 Symétrie (A l'étude) . . . . .                                                  | 18 |
| 4. Marquage . . . . .                                                                | 20 |
| 5. Essais de type . . . . .                                                          | 20 |

### CHAPITRE II: CONDITIONS ET MÉTHODES D'ESSAI

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 6. Contrôle visuel externe . . . . .                          | 22 |
| 6.1 Contrôle visuel A (contrôle initial) . . . . .            | 22 |
| 6.2 Contrôle visuel B (contrôle après essai) . . . . .        | 22 |
| 7. Dimensions et calibrages . . . . .                         | 22 |
| 7.1 Contrôle dimensionnel A (sorties) . . . . .               | 22 |
| 7.2 Contrôle dimensionnel B (dimensions du boîtier) . . . . . | 22 |
| 8. Essais électriques . . . . .                               | 22 |
| 8.1 Généralités . . . . .                                     | 22 |
| 8.1.1 Variantes de méthodes d'essai . . . . .                 | 24 |
| 8.1.2 Conditions d'équilibre . . . . .                        | 24 |
| 8.1.3 Température . . . . .                                   | 24 |
| 8.1.4 Alimentations . . . . .                                 | 24 |
| 8.1.5 Conditions de fonctionnement . . . . .                  | 24 |

## CONTENTS

|                | Page |
|----------------|------|
| FOREWORD ..... | 7    |
| PREFACE .....  | 7    |

### CHAPTER I: GENERAL INFORMATION

| Clause |                                                                   |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Scope .....                                                       | 9  |
| 2.     | Object .....                                                      | 9  |
| 3.     | Terms and definitions .....                                       | 9  |
| 3.1    | Packaged crystal oscillator (PXO) .....                           | 9  |
| 3.2    | Overtone crystal oscillator .....                                 | 9  |
| 3.3    | Crystal cut .....                                                 | 9  |
| 3.4    | Voltage controlled crystal oscillator (VCXO) .....                | 11 |
| 3.5    | Temperature compensated crystal oscillator (TCXO) .....           | 11 |
| 3.6    | Oven controlled crystal oscillator (OCXO) .....                   | 11 |
| 3.7    | Nominal frequency .....                                           | 11 |
| 3.8    | Frequency tolerance .....                                         | 11 |
| 3.9    | Frequency offset .....                                            | 11 |
| 3.10   | Adjustment frequency .....                                        | 13 |
| 3.11   | Frequency tuning range .....                                      | 13 |
| 3.12   | Operating temperature range .....                                 | 13 |
| 3.13   | Operable temperature range .....                                  | 13 |
| 3.14   | Reference temperature .....                                       | 13 |
| 3.15   | Reference point temperature .....                                 | 13 |
| 3.16   | Stabilization time .....                                          | 15 |
| 3.17   | Frequency voltage coefficient .....                               | 15 |
| 3.18   | Frequency load coefficient .....                                  | 15 |
| 3.19   | Frequency ageing (long-term frequency stability) .....            | 15 |
| 3.20   | Short-term frequency stability .....                              | 15 |
| 3.21   | Power spectral density of fractional frequency fluctuations ..... | 15 |
| 3.22   | Allan variance of fractional frequency fluctuation .....          | 15 |
| 3.23   | R.M.S. fractional frequency fluctuation .....                     | 17 |
| 3.24   | Phase noise (phase jitter) .....                                  | 17 |
| 3.25   | Spectral purity .....                                             | 17 |
| 3.26   | Incidental frequency modulation .....                             | 17 |
| 3.27   | Amplitude modulation distortion .....                             | 19 |
| 3.28   | Linearity of frequency modulation deviation .....                 | 19 |
| 3.29   | Harmonic distortion .....                                         | 19 |
| 3.30   | Spurious oscillations .....                                       | 19 |
| 3.31   | Pulse duration .....                                              | 19 |
| 3.32   | Rise time .....                                                   | 19 |
| 3.33   | Decay (or fall) time .....                                        | 19 |
| 3.34   | Symmetry (Under consideration) .....                              | 19 |
| 4.     | Marking .....                                                     | 21 |
| 5.     | Type tests .....                                                  | 21 |

### CHAPTER II: TEST CONDITIONS AND METHODS

|       |                                               |    |
|-------|-----------------------------------------------|----|
| 6.    | External visual inspection .....              | 23 |
| 6.1   | Visual Test A (initial inspection) .....      | 23 |
| 6.2   | Visual Test B (post-test inspection) .....    | 23 |
| 7.    | Dimensions and gauging .....                  | 23 |
| 7.1   | Dimensional Test A (terminations) .....       | 23 |
| 7.2   | Dimensional Test B (package dimensions) ..... | 23 |
| 8.    | Electrical tests .....                        | 23 |
| 8.1   | General .....                                 | 23 |
| 8.1.1 | Alternative test methods .....                | 25 |
| 8.1.2 | Equilibrium conditions .....                  | 25 |
| 8.1.3 | Temperature .....                             | 25 |
| 8.1.4 | Power supplies .....                          | 25 |
| 8.1.5 | Operating conditions .....                    | 25 |

| Articles                                                                           | Pages   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 8.1.6 Précautions                                                                  | 24      |
| 8.1.7 Conditions de circulation d'air pour les essais de température               | 24      |
| 8.1.8 Précision de la mesure                                                       | 26      |
| 8.2 Méthodes d'essai particulières                                                 | 26      |
| 8.2.1 Résistance d'isolement                                                       | 26      |
| 8.2.2 Epreuve de tension                                                           | 28      |
| 8.2.3 Puissance d'entrée                                                           | 28      |
| 8.2.4 Fréquence de sortie                                                          | 30      |
| 8.2.5 Caractéristiques fréquence/température                                       | 32      |
| 8.2.6 Coefficient de charge de la fréquence                                        | 36      |
| 8.2.7 Coefficient de tension de la fréquence                                       | 36      |
| 8.2.8 Stabilité de la fréquence lors d'une variation transitoire de la température | 38      |
| 8.2.9 Ajustage de la fréquence et (ou) possibilité d'ajustage                      | 40      |
| 8.2.10 Caractéristiques de retraçabilité                                           | 40      |
| 8.2.11 Tension de sortie de l'oscillateur                                          | 42      |
| 8.2.12 Puissance de sortie de l'oscillateur                                        | 44      |
| 8.2.13 Impédance de sortie de l'oscillateur                                        | 44      |
| 8.2.14 Forme d'onde du signal de sortie de l'oscillateur                           | 46      |
| 8.2.15 Couplage entre sorties                                                      | 48      |
| 8.2.16 Efficacité de coupure des oscillateurs à porte                              | 50      |
| 8.2.17 Temps de stabilisation                                                      | 52      |
| 8.2.18 Caractéristiques de modulation d'amplitude                                  | 54      |
| 8.2.18.1 Taux de modulation d'amplitude                                            | 54      |
| 8.2.18.2 Sensibilité de la modulation d'amplitude                                  | 56      |
| 8.2.18.3 Distorsion de la modulation d'amplitude (non-linéarité)                   | 58      |
| 8.2.18.4 Réponse en fréquence de la modulation d'amplitude                         | 60      |
| 8.2.18.5 Modulation d'amplitude en impulsion                                       | 60      |
| 8.2.18.6 Impédance d'entrée de la modulation d'amplitude                           | 62      |
| 8.2.18.7 Modulation fournie de fréquence d'un signal modulé en amplitude           | 64      |
| 8.2.19 Caractéristique de modulation de fréquence                                  | 64      |
| 8.2.19.1 Excursion de fréquence de la modulation                                   | 64      |
| 8.2.19.2 Sensibilité de modulation de fréquence                                    | 68      |
| 8.2.19.3 Distorsion de modulation de fréquence (non-linéarité)                     | 68      |
| 8.2.19.4 Réponse en fréquence de la modulation de fréquence                        | 70      |
| 8.2.19.5 Impédance d'entrée de modulation en modulation de fréquence               | 72      |
| 8.2.20 Distorsion harmonique                                                       | 72      |
| 8.2.21 Oscillations parasites                                                      | 74      |
| 8.2.22 Stabilité de fréquence à court terme                                        | 74      |
| 8.2.22.1 Mesures dans le domaine-fréquence                                         | 74      |
| 8.2.22.2 Mesures dans le domaine-temps                                             | 82      |
| 8.3 Brouillage électromagnétique (par rayonnement)                                 | 84      |
| 9. Méthodes d'essais climatiques et mécaniques                                     | 88      |
| 9.1 Conditions normales d'essai                                                    | 88      |
| 9.2 Méthodes d'essais climatiques et mécaniques                                    | 88      |
| 9.3 Méthodes d'essai d'endurance                                                   | 94      |
| FIGURES 1 à 34                                                                     | 98-120  |
| ANNEXE A — Stabilité de fréquence à court terme                                    | 122     |
| FIGURES A1 à A4                                                                    | 134-135 |

| Clause                                                | Page                                                         |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 8.1.6                                                 | Precautions . . . . . 25                                     |
| 8.1.7                                                 | Air flow conditions for temperature tests . . . . . 25       |
| 8.1.8                                                 | Precision of measurement . . . . . 27                        |
| 8.2                                                   | Particular test procedures . . . . . 27                      |
| 8.2.1                                                 | Insulation resistance . . . . . 27                           |
| 8.2.2                                                 | Voltage proof . . . . . 29                                   |
| 8.2.3                                                 | Input power . . . . . 29                                     |
| 8.2.4                                                 | Output frequency . . . . . 31                                |
| 8.2.5                                                 | Frequency-temperature characteristics . . . . . 33           |
| 8.2.6                                                 | Frequency load coefficient . . . . . 37                      |
| 8.2.7                                                 | Frequency voltage coefficient . . . . . 37                   |
| 8.2.8                                                 | Frequency stability with thermal transient . . . . . 39      |
| 8.2.9                                                 | Frequency adjustment and/or settability . . . . . 41         |
| 8.2.10                                                | Retrace characteristics . . . . . 41                         |
| 8.2.11                                                | Oscillator output voltage . . . . . 43                       |
| 8.2.12                                                | Oscillator output power . . . . . 45                         |
| 8.2.13                                                | Oscillator output impedance . . . . . 45                     |
| 8.2.14                                                | Oscillator output waveform . . . . . 47                      |
| 8.2.15                                                | Re-entrant isolation . . . . . 49                            |
| 8.2.16                                                | Output suppression of gated oscillators . . . . . 51         |
| 8.2.17                                                | Stabilization time . . . . . 53                              |
| 8.2.18                                                | Amplitude modulation characteristics . . . . . 55            |
| 8.2.18.1                                              | Amplitude modulation index . . . . . 55                      |
| 8.2.18.2                                              | Amplitude modulation sensitivity . . . . . 57                |
| 8.2.18.3                                              | Amplitude modulation distortion (non-linearity) . . . . . 59 |
| 8.2.18.4                                              | Amplitude modulation frequency response . . . . . 61         |
| 8.2.18.5                                              | Pulse amplitude modulation . . . . . 61                      |
| 8.2.18.6                                              | Amplitude modulation input impedance . . . . . 63            |
| 8.2.18.7                                              | Incidental f.m. on an a.m. signal . . . . . 65               |
| 8.2.19                                                | Frequency modulation characteristics . . . . . 65            |
| 8.2.19.1                                              | Frequency modulation deviation . . . . . 65                  |
| 8.2.19.2                                              | Frequency modulation sensitivity . . . . . 69                |
| 8.2.19.3                                              | Frequency modulation distortion (non-linearity) . . . . . 69 |
| 8.2.19.4                                              | Frequency modulation frequency response . . . . . 71         |
| 8.2.19.5                                              | F.M. modulation input impedance . . . . . 73                 |
| 8.2.20                                                | Harmonic distortion . . . . . 73                             |
| 8.2.21                                                | Spurious oscillations . . . . . 75                           |
| 8.2.22                                                | Short-term frequency stability . . . . . 75                  |
| 8.2.22.1                                              | Frequency domain measurements . . . . . 75                   |
| 8.2.22.2                                              | Time domain measurements . . . . . 83                        |
| 8.3                                                   | Electromagnetic interference (radiated) . . . . . 85         |
| 9.                                                    | Mechanical and climatic test procedures . . . . . 89         |
| 9.1                                                   | Standard conditions for testing . . . . . 89                 |
| 9.2                                                   | Environmental test procedures . . . . . 89                   |
| 9.3                                                   | Endurance test procedures . . . . . 95                       |
| FIGURES 1 to 34 . . . . .                             | 98-120                                                       |
| APPENDIX A — Short-term frequency stability . . . . . | 123                                                          |
| FIGURES A1 to A4 . . . . .                            | 134-135                                                      |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ

#### Première partie: Informations générales, conditions et méthodes d'essai

##### PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

##### PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle forme la première partie qui comprend les chapitres I et II de la norme de la CEI concernant les oscillateurs pilotés par quartz.

La deuxième partie, comprenant le chapitre III: Guide d'emploi des oscillateurs pilotés par quartz, paraîtra comme Publication 679-2 de la CEI.

La troisième partie, comprenant le chapitre IV: Encombrements normalisés, paraîtra comme Publication 679-3 de la CEI.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1975. A la suite de cette réunion, un projet révisé, document 49(Bureau Central)107, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1977.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Afrique du Sud (République d') | Japon       |
| Allemagne                      | Pologne     |
| Belgique                       | Roumanie    |
| Canada                         | Royaume-Uni |
| Egypte                         | Suède       |
| Espagne                        | Suisse      |
| Etats-Unis d'Amérique          | Turquie     |
| France                         |             |

*Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:*

- Publications n°s 68-1: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Première partie: Généralités.  
68-2: Deuxième partie: Essais.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS**

**Part 1: General information, test conditions and methods**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric Devices for Frequency Control and Selection.

It forms Part 1 which contains Chapters I and II of the IEC standard for quartz crystal controlled oscillators.

Part 2, containing Chapter III: Guide to the Use of Quartz Crystal Controlled Oscillators, will be issued as IEC Publication 679-2.

Part 3, containing Chapter IV: Standard Outlines, will be issued as IEC Publication 679-3.

A draft was discussed at the meeting held in Tokyo in 1975. As a result of this meeting, a revised draft, Document 49(Central Office)107, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1977.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium  
Canada  
Egypt  
France  
Germany  
Japan  
Poland  
Romania

South Africa (Republic of)  
Spain  
Sweden  
Switzerland  
Turkey  
United Kingdom  
United States of America

*Other IEC publications quoted in this standard:*

Publications Nos. 68-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General.  
68-2: Part 2: Tests.

## OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ

### Première partie: Informations générales, conditions et méthodes d'essai

#### CHAPITRE I: INFORMATIONS GÉNÉRALES

##### 1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux oscillateurs pilotés par quartz, destinés à être utilisés dans les appareils électroniques et qui sont disponibles dans le commerce comme unités séparées et indépendantes. Il convient de l'utiliser conjointement avec la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

La présente norme donne les informations générales et les essais communs à tous les types d'oscillateurs pilotés par quartz. La possibilité d'application et les prescriptions requises pour chaque essai figureront dans la spécification particulière relative à chaque type spécifique d'oscillateur.

En cas de désaccord entre les prescriptions de cette norme, d'une part, et la spécification particulière, d'autre part, c'est cette dernière qui fait foi.

##### 2. Objet

Etablir des conditions uniformes pour évaluer les caractéristiques mécaniques, électriques et climatiques des oscillateurs pilotés par quartz; décrire les méthodes d'essai et donner les directives pour l'utilisation correcte et le maintien en condition des oscillateurs pilotés par quartz.

##### 3. Termes et définitions\*

###### 3.1 Oscillateur à quartz en boîtier (PXO)

Oscillateur piloté par quartz, sans moyen de commande ou de compensation de la température, présentant une caractéristique fréquence/température déterminée pratiquement par le quartz utilisé.

###### 3.2 Oscillateur à quartz à mode partiel

Oscillateur destiné à faire fonctionner le quartz de commande à un mode partiel de vibration mécanique spécifié.

###### 3.3 Coupe du quartz

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

*Note.* — On a introduit cette définition 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, pourront ne pas être signalées dans la spécification particulière.

\* Certains acronymes communément utilisés, comme VCXO, sont indiqués dans cet article et utilisés dans le reste de la présente norme dans un souci de concision. Cela s'applique aussi à l'utilisation du terme « oscillateur » à la place de « oscillateur piloté par quartz ».

# QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS

## Part 1: General information, test conditions and methods

### CHAPTER 1: GENERAL INFORMATION

#### 1. Scope

This standard applies to quartz crystal controlled oscillators intended for use in electronic applications and which are commercially available as separate and independent units. It should be used in conjunction with IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

This standard gives general information and methods of test common to all types of quartz crystal controlled oscillators. The applicability and specific requirements for each test shall be given in the detail specification relating to a specific oscillator type.

In case of conflict between the requirements of this standard on the one hand, and the detail specification on the other hand, the latter shall take precedence.

#### 2. Object

To establish uniform conditions for assessing the mechanical, electrical and climatic properties of quartz crystal controlled oscillators; to describe test methods and to provide guidance in the use and maintenance of quartz crystal controlled oscillators.

#### 3. Terms and definitions\*

##### 3.1 *Packaged crystal oscillator (PXO)*

A crystal controlled oscillator having no means of temperature control or compensation, exhibiting a frequency-temperature characteristic determined substantially by the crystal unit employed.

##### 3.2 *Overtone crystal oscillator*

An oscillator designed to operate the controlling crystal unit in a specific mechanical overtone mode of vibration.

##### 3.3 *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 used in an oscillator application. The choice of crystal cut will imply certain attributes of the oscillator which may not otherwise appear in the detail specification.

\* Certain commonly used acronyms, such as VCXO, are noted in this clause, and used elsewhere in this standard for purposes of brevity. This also applies to the use of the term “oscillator” instead of “crystal controlled oscillator”.

### 3.4 Oscillateur à quartz commandé par une tension (VCXO)

Oscillateur piloté par quartz dont on peut faire varier la fréquence ou la moduler selon une loi spécifiée par l'application d'une tension de commande.

### 3.5 Oscillateur à quartz à compensation de température (TCXO)

Oscillateur piloté par quartz dont la dérive de fréquence, due à la température, est réduite au moyen d'un système de compensation incorporé au dispositif.

### 3.6 Oscillateur à quartz à enceinte à température régulée (OCXO)

Oscillateur piloté par quartz et dans lequel le quartz au moins est à température contrôlée (par exemple dans une enceinte) de façon à être maintenue pratiquement constante. Ce mode de fonctionnement garantit que la fréquence de l'oscillateur reste sensiblement constante dans la gamme de températures de fonctionnement de l'OCXO, donc indépendante de la caractéristique fréquence/température du quartz.

*Note.* — Dans un souci de concision, le terme « enceinte » est utilisé dans cette norme (comme il l'est très largement dans l'industrie électronique) pour désigner une enceinte thermiquement isolée dont la température interne est maintenue sensiblement constante au moyen d'un dispositif de régulation de la température, tel qu'un thermostat ou un circuit de régulation à réaction proportionnelle.

### 3.7 Fréquence nominale

Fréquence assignée à l'oscillateur piloté par quartz pendant le fonctionnement sous des conditions spécifiées.

### 3.8 Tolérance de fréquence

Ecart maximal admissible de la fréquence de l'oscillateur par rapport à une valeur nominale spécifiée lorsque cet oscillateur fonctionne dans des conditions spécifiées.

*Note.* — Les tolérances de fréquence sont souvent attribuées 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 :

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

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

### 3.9 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 gamme spécifiée de conditions de fonctionnement.

### 3.4 *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.

### 3.5 *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.

### 3.6 *Oven controlled crystal oscillator (OCXO)*

A crystal controlled oscillator in which at least the crystal unit is temperature controlled (e.g. in an oven) so that the temperature of the crystal is maintained substantially constant. 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.

*Note.* — For purposes of brevity, the term “oven” is used in this standard (as it is quite widely used in the electronics industry) to denote a thermally insulated enclosure whose internal temperature is maintained sensibly constant by means of some temperature control device, such as a thermostat or a proportional feedback control circuit.

### 3.7 *Nominal frequency*

The frequency assigned to the oscillator when operated under specified conditions.

### 3.8 *Frequency tolerance*

The maximum permissible deviation of the oscillator frequency from a specified nominal value when operating under specified conditions.

*Note.* — Frequency tolerances are often assigned separately to specified ambient effects, both electrical 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, i.e.:

- a) Deviation from the frequency at the specified reference temperature due to operation over the specified temperature range, other conditions remaining constant.
  - b) Deviation from the frequency at specified supply voltage due to supply voltage changes over the specified range, other conditions remaining constant.
  - c) Deviation from the initial frequency due to ageing, other conditions remaining constant.
  - d) Deviation from the frequency with specified load conditions due to changes in load impedance over the specified range, other conditions remaining constant.
- ... Etc.

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

### 3.9 *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.

### Exemples

- 1) Si le sens et le taux approximatif de vieillissement de fréquence d'un OCXO particulier sont connus, soit  $+1 \times 10^{-8}$  par semaine, un décalage de la fréquence initiale de  $-2,5 \times 10^{-7}$  à l'instant de l'installation garantira le moindre écart par rapport à la fréquence nominale pendant une période de fonctionnement régulier de 1 an.

- 2) (Voir figure 1, page 98).

Un décalage de fréquence peut être spécifié pour un ajustage à la température de référence afin de minimiser l'écart de fréquence par rapport à la fréquence nominale dans la gamme entière de températures. (Si les conditions réelles le requièrent, la compensation de fréquence peut être spécifiée en fonction de la température ambiante, par exemple à l'aide d'une courbe.)

#### 3.10 Fréquence d'ajustage

Fréquence à laquelle un oscillateur doit être réglé pour une combinaison particulière des paramètres 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).

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

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

- a) caler la fréquence à une valeur particulière de la gamme spécifiée, ou
- b) corriger la fréquence de l'oscillateur pour atteindre la valeur prescrite après un écart dû au vieillissement ou à la modification d'autres conditions.

La gamme de réglage de la fréquence est habituellement exprimée par un écart sous forme de fraction par rapport à la fréquence nominale (exemple:  $+1,00 \times 10^{-4}$ ,  $-1,5 \times 10^{-4}$ ).

#### 3.12 Gamme de températures de fonctionnement

Gamme de températures, mesurée au point de référence, dans laquelle l'oscillateur doit fonctionner en maintenant la fréquence et les autres caractéristiques du signal de sortie dans les tolérances spécifiées.

#### 3.13 Gamme de températures d'utilisation

Gamme de températures, mesurée au point de référence, 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.

#### 3.14 Température de référence

Température à laquelle certaines caractéristiques de l'oscillateur sont mesurées, normalement  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### 3.15 Température du point de référence

Température mesurée à un point spécifique de référence de l'oscillateur. Normalement, ce point de référence spécifié est la surface du boîtier de l'oscillateur ou un point défini dans la chambre climatique comme prescrit par la spécification particulière.

### *Examples*

- 1) If the direction and approximate rate of frequency ageing of a particular OCXO are known, such as  $+1 \times 10^{-8}$  per week, an initial frequency offset of  $-2.5 \times 10^{-7}$  at time of installation will ensure the least deviation from nominal frequency during undisturbed operation for a 1-year period.

- 2) (See Figure 1, page 98).

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. (If actual conditions should require it, the frequency offset may be specified as a function of ambient temperature, for example, by means of a plotted curve.)

### 3.10 *Adjustment frequency*

The frequency to which an oscillator must be tuned, under a particular combination of operating parameters, in order to meet the frequency tolerance specification over the specified range of operating conditions (i.e., adjustment frequency = nominal frequency + frequency offset).

### 3.11 *Frequency tuning range*

Frequency tuning range is 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 within the specified adjustment range, or
- b) to correct the oscillator frequency to a prescribed value after deviation due to ageing, or other changed conditions.

Frequency tuning range is usually expressed as a fractional deviation from nominal frequency (e.g.  $+1.00 \times 10^{-4}$ ,  $-1.5 \times 10^{-4}$ ).

### 3.12 *Operating temperature range*

The range of temperature, measured at the reference point, over which the oscillator shall function, maintaining frequency and other output signal attributes within specified tolerances.

### 3.13 *Operable temperature range*

The range of temperature, measured at the reference point, over which the oscillator shall continue to provide an output signal, though not within the specified tolerances of frequency, level, waveform, etc.

### 3.14 *Reference temperature*

The temperature at which certain oscillator performance parameters are measured, normally  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### 3.15 *Reference point temperature*

The temperature measured at a specific reference point relative to the oscillator. Normally, this reference point is specified as the oscillator package mounting surface, or a designated point in the environmental chamber as specified in the detail specification.

### 3.16 Temps de stabilisation

Temps mesuré à partir de l'application initiale de la tension, requis par un oscillateur piloté par quartz pour stabiliser son mode de fonctionnement dans des limites spécifiées.

### 3.17 Coefficient de tension de la fréquence

Rapport de la variation relative de la fréquence de sortie à la variation relative de la tension d'alimentation, les autres paramètres restant inchangés. Le coefficient de tension est souvent exprimé en fractions par volt (exemple:  $1 \times 10^{-9}/\text{volt}$ ) pour des tensions d'alimentation dans des limites spécifiées.

*Note.* — Dans le cas d'un OCXO, un temps considérable peut s'écouler avant que le plein effet d'une variation de la tension soit observé, car la température de l'enceinte peut dériver graduellement vers une nouvelle valeur à la suite de la perturbation de tension.

### 3.18 Coefficient de charge de la fréquence

Variation relative de la fréquence de sortie résultant d'une variation relative de l'impédance de charge, les autres paramètres restant inchangés. Le coefficient de charge est habituellement exprimé en fraction par pourcentage de variation de  $R_L$  (exemple:  $1 \times 10^{-11}/\text{pourcentage de variation de } R_L$ ).

### 3.19 Vieillessement de fréquence (stabilité à long terme de la 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 (exemple:  $10^{-9}/\text{jour}$ ).

### 3.20 Stabilité de fréquence à court terme

Fluctuation non déterministe de la fréquence d'un oscillateur par rapport à sa valeur moyenne (voir annexe A, page 122). Plusieurs mesures de ce phénomène sont communément utilisées, chacune décrivant un aspect différent de ce comportement aléatoire (paragraphe 3.21 à 3.26). Cette notion comprend à la fois des définitions dans le domaine-fréquence et dans le domaine-temps, car les applications spécifiques d'un oscillateur piloté par quartz peuvent dépendre de l'un ou l'autre de ces domaines.

### 3.21 Densité spectrale énergétique des fluctuations relatives de fréquence

Mesure préférée de la stabilité à court terme dans le domaine-fréquence (voir annexe A). La fluctuation relative de la fréquence de sortie peut être défini comme:

$$Y = \frac{\Delta F}{F_o} = \frac{F - F_o}{F_o}$$

et la densité spectrale énergétique de cette fonction,  $S_y(f)$ , représente la caractéristique des fluctuations relatives de fréquence dans le domaine-fréquence. Sa dimension est  $\text{Hz}^{-1}$ .

*Note.* — Dans les expressions ci-dessus,  $F$  représente la fréquence de l'oscillateur,  $F_o$  correspond à la fréquence moyenne de l'oscillateur et  $f$  représente la fréquence de Fourier.

### 3.22 Variance d'Allan de la fluctuation relative de fréquence

Définition préférée de la caractéristique de la stabilité à court terme de la fréquence de sortie d'un oscillateur dans le domaine-temps:

### 3.16 *Stabilization time*

The time, measured from the initial application of power, required for a crystal controlled oscillator to stabilize its mode of operation within specified limits.

### 3.17 *Frequency voltage coefficient*

The ratio of the fractional change in output frequency to a fractional change in supply voltage, other parameters remaining unchanged. Voltage coefficient is often expressed in fractional parts per volt (e.g.  $1 \times 10^{-9}$ /volt) for supply voltages within specified limits.

*Note.* — In the case of OCXO's, 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.

### 3.18 *Frequency load coefficient*

The ratio of the fractional change in output frequency to a fractional change in electrical load impedance, other parameters remaining unchanged. This is usually expressed in fractional parts/per cent change in  $R_L$  (e.g.  $1 \times 10^{-11}$ /per cent change in  $R_L$ ).

### 3.19 *Frequency ageing (long-term frequency stability)*

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 (e.g.  $10^{-9}$ /day).

### 3.20 *Short-term frequency stability*

The non-deterministic fluctuation of the frequency of an oscillator from its mean value (see Appendix A, page 123). Several measures of this phenomenon are in common use, each describing a different aspect of this random behaviour (Sub-clauses 3.21 to 3.26). Both frequency-domain and time-domain definitions are included as specific applications of crystal controlled oscillators may depend especially upon one or the other.

### 3.21 *Power spectral density of fractional frequency fluctuations*

The preferred frequency-domain measure of short-term stability (see Appendix A). The fractional frequency fluctuation of the output of an oscillator may be defined as:

$$Y = \frac{\Delta F}{F_o} = \frac{F - F_o}{F_o}$$

and the power spectral density of this function,  $S_y(f)$ , describes the frequency fluctuation characteristic in the frequency domain. It has the dimension of  $\text{Hz}^{-1}$ .

*Note.* — In the above expressions,  $F$  denotes oscillator frequency,  $F_o$  denotes average oscillator frequency, and  $f$  is used to denote Fourier frequency.

### 3.22 *Allan variance of fractional frequency fluctuation*

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

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

où  $Y_k$  représente la moyenne des fluctuations relatives de fréquence instantanée 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.

C'est une forme spécifique de la variance générale à  $M$  échantillons (voir annexe A).

### 3.23 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 instantanée dans un échantillonnage d'intervalles spécifié (voir annexe A). La mesure préférée de la fluctuation relative de fréquence est:

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

### 3.24 Bruit de phase (instabilité 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,  $S_y(f)$ , où la fonction fluctuation de phase est  $\varphi(t) = 2\pi F t - 2\pi F_o t$ . La densité spectrale de fluctuation de phase peut être directement rapportée à la densité spectrale de fluctuation de fréquence (paragraphe 3.21) par:

$$S_\varphi(f) = \left( \frac{F_o}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ RAD}^2/\text{Hz}$$

*Note.* — Comme au paragraphe 3.21,  $F$  et  $F_o$  se réfèrent à la fréquence de l'oscillateur et  $f$  représente la fréquence de Fourier.

### 3.25 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, exprimée en décibels par rapport à la puissance totale du signal, par hertz de largeur de bande. Comprenant la puissance de bruit non déterministe, les composantes de distorsion harmonique et les interférences provoquées par une fréquence parasite, cette mesure de la qualité du signal de l'oscillateur est particulièrement utile lorsqu'il s'agit de traitement de signaux analogiques et d'applications pour les télécommunications.

### 3.26 Modulation fortuite de la fréquence

Mesure facultative de la stabilité de fréquence dans le domaine-fréquence. La modulation fortuite de la fréquence est le 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 (exemple:  $2 \times 10^{-8}$  eff. dans une bande de 10 kHz).

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

where the  $Y_k$  above are the average instantaneous fractional frequency fluctuations obtained sequentially, with no systematic dead time between measurements;  $\tau$  is the sample time over which each measurement is averaged;  $M$  is the number of measurements.

This is a specific form of the general  $M$ -sample variance (see Appendix A).

### 3.23 *R.M.S. 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 instantaneous frequency over the specified sampling interval (see Appendix A). The preferred measure of fractional frequency fluctuation is:

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

### 3.24 *Phase noise (phase jitter)*

A frequency-domain measure of the short-term frequency stability of an oscillator normally expressed as the power spectral density of the phase fluctuations,  $S_y(f)$ , where the phase fluctuation function is  $\varphi(t) = 2\pi F t - 2\pi F_o t$ . Spectral density of phase fluctuation can be directly related to the spectral density of frequency fluctuation (Sub-clause 3.21) by:

$$S_\varphi(f) = \left( \frac{F_o}{f} \right)^2 S_y(f) \text{ RAD}^2/\text{Hz}$$

*Note.* — As in Sub-clause 3.21,  $F$  and  $F_o$  refer to oscillator frequency, and  $f$  denotes Fourier frequency.

### 3.25 *Spectral purity*

A measure of frequency stability in the frequency domain usually represented as the single side noise power spectrum expressed in decibels relative to total signal power, per hertz bandwidth. Including non-deterministic noise power, harmonic distortion components, and spurious single frequency interferences, this measure of oscillator signal quality is especially useful for considerations in analogue signal processing and telecommunication applications.

### 3.26 *Incidental frequency modulation*

An optional measure of frequency stability in the frequency domain. Incidental f.m. 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 f.m. may be expressed as a fractional proportion of the output frequency (e.g.  $2 \times 10^{-8}$  r.m.s. in a 10 kHz band).

### 3.27 *Distorsion de la modulation d'amplitude*

Distorsion non linéaire dans laquelle les valeurs relatives des composantes du spectre de forme d'onde du signal de modulation sont modifiées; désignée aussi comme distorsion de fréquence, distorsion d'amplitude et distorsion amplitude-fréquence.

### 3.28 *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).

#### *Exemple:*

La figure 2, page 99, 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).

### 3.29 *Distorsion harmonique*

Distorsion non linéaire caractérisée par la génération de composantes indésirables du spectre, liées de façon harmonique au signal de sortie. Chaque composante harmonique est habituellement exprimée par le rapport (en décibels) de sa puissance à la puissance de sortie du signal fondamental (exemple: le deuxième harmonique est atténué de 30 dB par rapport au signal fondamental).

### 3.30 *Oscillations parasites*

Composantes discrètes du spectre de fréquence 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 un rapport de puissance (en décibels) par rapport à la puissance du signal de sortie.

### 3.31 *Durée d'une impulsion*

Intervalle de temps entre les points des flancs de début et de fin d'impulsion pour lesquels la fonction est égale à une valeur spécifiée.

### 3.32 *Temps de montée*

Intervalle de temps requis pour que le flanc de début d'impulsion varie de 10% à 90% de l'amplitude maximale. Le temps de montée est proportionnel à la constante de temps et mesure l'inclinaison de la forme d'onde par rapport à la verticale (voir figure 3, page 99).

### 3.33 *Temps de descente*

Intervalle de temps requis pour que le flanc de fin d'impulsion varie de 90% à 10% de l'amplitude maximale (voir figure 3).

### 3.34 *Symétrie*

A l'étude.

### 3.27 *Amplitude modulation distortion*

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

### 3.28 *Linearity of frequency modulation deviation*

A 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 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 (e.g. intermodulation and harmonic distortion products not to exceed  $-40$  dB relative to total modulating signal power).

#### *Example:*

Figure 2, page 99, 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).

### 3.29 *Harmonic distortion*

A 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 (e.g. second harmonic is suppressed  $30$  dB).

### 3.30 *Spurious oscillations*

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 single 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.

### 3.31 *Pulse duration*

The time interval between the points on the leading and trailing edge of a pulse waveform at which the function equals a specified value.

### 3.32 *Rise time*

The time interval required for the leading edge of a pulse waveform to change from  $10\%$  to  $90\%$  of its maximum amplitude. Rise time is proportional to the time constant, and is a measure of the steepness of the waveform (see Figure 3, page 99).

### 3.33 *Decay (or fall) time*

The time interval required for the trailing edge of a pulse waveform to decay from  $90\%$  to  $10\%$  of its maximum amplitude (see Figure 3).

### 3.34 *Symmetry*

Under consideration.

#### 4. Marquage

Chaque oscillateur piloté par quartz porte les informations suivantes marquées de façon lisible et indélébile:

- a) type ou numéro de code, comprenant la date de fabrication;
- b) fréquence nominale;
- c) marque d'origine;
- d) des informations facultatives telles que:
  - désignation des connexions électriques,
  - numéro de série,
  - code d'identification,
  - tension d'alimentation et polarité.

*Note.* — Il est recommandé de marquer les fréquences nominales de la façon suivante:

- fréquences nominales inférieures à 1 kHz, en hertz,
- fréquences nominales comprises entre 1 kHz et 1 MHz, en kilohertz,
- fréquences nominales supérieures à 1 MHz, en mégahertz.

#### 5. Essais de type

##### 5.1 Type

Un type englobe les quartz de conception analogue réalisés par le même fabricant.

*Note.* — La réalisation d'un quartz comprend la combinaison:

- des caractéristiques électriques;
- des caractéristiques de l'environnement;
- de la construction;
- de l'encombrement.

##### 5.2 Essai de type

L'essai de type d'un quartz est la série complète des essais à effectuer sur un certain nombre de spécimens représentatifs du type en vue de déterminer si un fabricant donné peut être en mesure de fabriquer les quartz satisfaisant aux spécifications.

##### 5.3 Homologation

Décision prise par l'autorité habilitée (le client lui-même ou son mandataire) suivant laquelle un fabricant donné est capable de produire en quantité raisonnable le type satisfaisant aux spécifications.

- 5.4 Des conditions et méthodes d'essai appropriées pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement les plus communément spécifiées des oscillateurs pilotés par quartz sont décrites dans le chapitre II de la présente norme. En toute circonstance particulière, il est préférable que les paramètres spécifiques à contrôler et les méthodes d'essai à suivre fassent l'objet d'accord entre fabricant et utilisateur.

#### 4. Marking

Each quartz crystal controlled oscillator shall have the following information legibly and indelibly marked upon it:

- a) type or code number, including date of manufacture;
- b) nominal frequency;
- c) mark of origin;
- d) optional information, such as:
  - designation of electrical connections,
  - serial number,
  - identification code,
  - power supply voltage and polarity.

*Note.* — It is recommended that nominal frequencies be marked as follows:

- nominal frequencies below 1 kHz, in hertz,
- nominal frequencies between 1 kHz and 1 MHz, in kilohertz,
- nominal frequencies above 1 MHz, in megahertz.

#### 5. Type tests

##### 5.1 Type

A type comprises crystal units of one design made by one manufacturer.

*Note.* — The design of a crystal unit covers the combination of:

- electrical characteristics;
- environmental characteristics;
- construction;
- outline.

##### 5.2 Type test

The type test of a crystal unit is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type with the object of determining whether a particular manufacturer is able to make crystal units meeting the specification.

##### 5.3 Type approval

Type approval is the decision by the appropriate authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer is able to produce in reasonable quantity the type meeting the specification.

- 5.4 Test conditions and methods suitable for determining most commonly specified performance characteristics of quartz crystal controlled oscillators are described in Chapter II of this standard. The specific parameters to be tested in any particular instance, and test procedures to be followed, may best be agreed between manufacturer and user.

## CHAPITRE II: CONDITIONS ET MÉTHODES D'ESSAI

### 6. Contrôle visuel externe

#### 6.1 Contrôle visuel A (contrôle initial)

L'oscillateur est examiné visuellement pour s'assurer que son état, sa facture et sa finition sont satisfaisants. Le marquage doit être lisible et durable.

#### 6.2 Contrôle visuel B (contrôle après essai)

L'oscillateur est examiné visuellement. Il ne doit présenter ni corrosion ni autre détérioration qui pourrait compromettre un fonctionnement satisfaisant. Le marquage doit être lisible et durable.

### 7. Dimensions et calibrages

#### 7.1 Contrôle dimensionnel A (sorties)

La conformité des dimensions, espacements et alignements des sorties à leur spécification est vérifiée en utilisant les calibres spécifiés.

#### 7.2 Contrôle dimensionnel B (dimensions du boîtier)

On vérifie la conformité des dimensions hors tout du boîtier à la spécification.

### 8. Essais électriques

Les essais décrits dans la présente norme sont effectués à moins de dérogation expresse dans la spécification particulière.

Cette norme comporte des méthodes d'essais électriques utilisées pour la détermination des conditions d'environnement et des caractéristiques de fonctionnement suivantes:

- Résistance d'isolement.
- Epreuve de tension.
- Tension d'alimentation.
- Puissance d'entrée.
- Fréquence de sortie.
- Caractéristiques fréquence/température.
- Caractéristiques de stabilité de fréquence.
- Ajustage de la fréquence.
- Caractéristiques de retraçabilité.
- Caractéristiques de sortie.
- Caractéristiques de modulation d'amplitude.
- Caractéristiques de modulation de fréquence.
- Pureté spectrale.
- Caractéristiques de brouillage électromagnétique.

#### 8.1 Généralités

L'article 8 donne des informations générales relatives aux méthodes de mesures électriques et aux précautions générales à observer pendant ces mesures.

## CHAPTER II: TEST CONDITIONS AND METHODS

### 6. External visual inspection

#### 6.1 Visual test A (initial inspection)

The oscillator shall be visually examined to ensure that the condition, workmanship and finish are satisfactory. The markings shall be legible and durable.

#### 6.2 Visual Test B (post-test inspection)

The oscillator shall be visually examined. There shall be no corrosion or other deterioration likely to impair satisfactory operation. The markings shall be legible and durable.

### 7. Dimensions and gauging

#### 7.1 Dimensional Test A (terminations)

Dimensions, spacing and alignment of the terminations shall be checked for compliance with the specification, using gauges as specified.

#### 7.2 Dimensional Test B (package dimensions)

The overall package dimensions shall be checked for compliance with the specification.

### 8. Electrical tests

The tests described in this standard shall be performed unless specifically waived by the applicable detail specification.

Electrical test procedures for the determination of the following environmental conditions and performance characteristics are included in this standard:

- Insulation resistance.
- Voltage proof.
- Supply voltage.
- Input power.
- Output frequency.
- Frequency-temperature characteristics.
- Frequency stability characteristics.
- Frequency adjustment.
- Retrace characteristics.
- Output characteristics.
- Amplitude modulation characteristics.
- Frequency modulation characteristics.
- Spectral purity.
- Electromagnetic interference characteristics.

#### 8.1 General

Clause 8 gives information of a general nature applying to electrical measurement methods and general precautions to be observed during measurements.

#### 8.1.1 Variantes de méthodes d'essai

Les méthodes de mesure et les conditions d'essai spécifiées dans la présente norme ne sont pas les seules méthodes qui puissent être employées; cependant, dans le cas de l'utilisation d'une autre méthode, on doit vérifier que la valeur de la caractéristique obtenue par cette méthode sera dans les limites prescrites par la spécification particulière applicable si elle était mesurée selon la méthode recommandée.

#### 8.1.2 Conditions d'équilibre

Sauf prescription différente, tous les essais électriques sont effectués aux conditions d'équilibre. Lorsque les conditions d'essai occasionnent une variation importante dans le temps des caractéristiques mesurées, il convient de spécifier les moyens de compenser de tels effets; par exemple la durée pendant laquelle l'oscillateur est maintenu dans des conditions spécifiées avant de mesurer la fréquence de sortie.

#### 8.1.3 Température

Sauf prescription différente, toutes les mesures sont effectuées à une température ambiante ou de référence de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Les mesures peuvent être effectuées à d'autres températures pourvu qu'il soit vérifié que les caractéristiques de l'oscillateur sont conformes à toutes les dispositions de la spécification particulière, lorsqu'elles sont mesurées à  $25^\circ\text{C}$ .

#### 8.1.4 Alimentations

Il convient que l'ondulation des alimentations à courant continu utilisées pour les essais des oscillateurs pilotés par quartz soit suffisamment faible pour ne pas affecter l'exactitude souhaitée des mesures; les alimentations en courant alternatif doivent être dépourvues de transitoires; l'ondulation et/ou le contenu en transitoires des sources d'alimentation doivent être entièrement définis dans la spécification particulière lorsqu'ils deviennent critiques pour les mesures à effectuer.

#### 8.1.5 Conditions de fonctionnement

Pendant les essais électriques des oscillateurs pilotés par quartz, il convient de régler toutes les tensions d'alimentation et les impédances de charge avec une précision de  $\pm 1\%$ , sauf prescription différente dans la spécification particulière.

#### 8.1.6 Précautions

Les circuits de mesure et les méthodes pour les essais électriques spécifiques présentés au paragraphe 8.2 sont les circuits et les méthodes à utiliser de préférence; il conviendrait, dans l'éventualité où un dispositif utilisé pour une mesure modifierait la caractéristique examinée, de tenir compte des effets entraînés par la modification.

#### 8.1.7 Conditions de circulation d'air pour les essais de température

Lorsque les dispositifs sont essayés à des températures différentes de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , on utilise une circulation d'air adéquate pour assurer un bon réglage de la température.

Si les pertes calorifiques causées par la circulation forcée d'air affectent les caractéristiques de fonctionnement de l'oscillateur, des conditions d'air calme peuvent être simulées en protégeant l'oscillateur à l'aide d'un écran pare-vent consistant en une enceinte conductrice de chaleur de façon à assurer une distribution de température uniforme autour de l'oscillateur. Sauf prescription différente dans la spécification particulière, la température à laquelle la mesure est effectuée est la

#### 8.1.1 *Alternative test methods*

The measurement methods and test conditions specified in this standard are not the only methods which may be employed; however, if other methods are to be used, it must be verified that the value of the characteristic determined by the methods used will fall within the limits specified by the relevant detail specification if measured by the recommended methods.

#### 8.1.2 *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 should be specified; for example the period of time that the oscillator shall be maintained at specified test conditions before making a measurement of output frequency.

#### 8.1.3 *Temperature*

Unless otherwise specified, all measurements shall be made at an ambient or reference point temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Measurements may be made at other temperatures provided it is verified that the characteristics of the oscillator are in accordance with all the provisions of the detail specification when tested at  $25^\circ\text{C}$ .

#### 8.1.4 *Power supplies*

D.C. power sources used in the testing of crystal controlled oscillators should not have a ripple content large enough to affect the desired accuracy of measurement, a.c. power sources should be transient-free. When the ripple and/or transient content of the power sources is critical to the measurement being performed, they must be fully defined in the detail specification.

#### 8.1.5 *Operating conditions*

During electrical testing of quartz crystal controlled oscillators, all power supply voltages and load impedances shall be controlled to an accuracy of  $\pm 1\%$ , unless otherwise stated in the detail specification.

#### 8.1.6 *Precautions*

The measurement circuits and procedures for specific electrical tests given in Sub-clause 8.2 are the preferred methods and circuits; should measuring apparatus modify the characteristic being examined, due allowance must be made for any loading effects.

#### 8.1.7 *Air flow conditions for temperature tests*

When devices are to be measured at other temperatures than  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , adequate air circulation shall be provided to ensure good temperature control.

If heat loss due to forced air circulation affects oscillator performance, still air conditions may be simulated by enclosing the oscillator in a draught shield consisting of a thermally conducting box, with internal dimensions such as to provide an even temperature distribution around the oscillator. The temperature at which measurements are taken, unless otherwise stated in the detail specification, is the reference point temperature on the surface of the oscillator package. If a

température au point de référence de la surface du boîtier de l'oscillateur. Si un écran pare-vent est utilisé, il doit être conservé pour les essais à haute et à basse température; la température au point de référence est mesurée sur l'écran pare-vent.

#### 8.1.8 Précision de la mesure

Les limites prescrites dans la spécification particulière sont les limites absolues. On doit tenir compte des tolérances propres aux instruments et méthodes de mesure lors de la définition des limites réelles pour l'essai.

Sauf prescription différente dans la spécification particulière, il convient que la précision et l'exactitude des méthodes et équipements utilisés pour l'évaluation des caractéristiques de fonctionnement d'un oscillateur soient meilleures d'au moins un ordre de grandeur (à savoir un facteur de dix) que les tolérances à fixer. (Par exemple exactitude d'un voltmètre à  $\pm 0,1\%$  pour fixer un niveau de tolérance de  $\pm 1\%$ .) On doit pouvoir rattacher l'étalonnage des équipements d'essai et des sources de fréquence de référence aux étalons nationaux admis.

#### 8.2 Méthodes d'essai particulières

Ce paragraphe comporte les méthodes et les circuits d'essai recommandés pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement particulières et les paramètres électriques d'un oscillateur piloté par quartz.

##### 8.2.1 Résistance d'isolement

###### Objet:

Constater que la résistance entre des points spécifiés, mesurée avec l'application d'une tension spécifiée inférieure à la tension de claquage, excède une valeur spécifiée.

###### Circuit d'essai:

Figure 4, page 100.

###### Méthode:

La tension spécifiée est appliquée aux sorties désignées, comme dans la méthode *a* de la figure 4, et le courant résultant est mesuré. Il doit être inférieur à la valeur maximale spécifiée. En variante, on peut utiliser un ohmmètre pour déterminer la résistance directement, comme dans la méthode *b* de la figure 4. Dans ce cas, la résistance doit être supérieure à la valeur minimale spécifiée. Les essais de fonctionnement sont effectués à la suite des essais selon les méthodes *a* ou *b* pour s'assurer que le dispositif fonctionne.

###### Précautions:

Il convient de n'appliquer la tension qu'aux sorties spécifiées et de respecter la polarité lorsqu'elle est spécifiée. La valeur de la tension appliquée ne doit pas dépasser la valeur spécifiée. L'inobservation d'une quelconque des recommandations ci-dessus peut entraîner une détérioration du dispositif essayé.

###### Conditions spécifiées:

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

- 1) points de mesure;
- 2) limites de la tension appliquée et polarité;
- 3) résistance minimale;
- 4) intensité maximale du courant.

*Note.* — La tension maximale doit être inférieure à 20 V et la résistance mesurée doit être supérieure à 20 M $\Omega$ , sauf spécification différente, aux points 2) et 3).

draught shield is used, it must be retained for both high and low temperature tests and the reference point temperature is as measured at the draught shield.

#### 8.1.8 Precision of measurement

The limits stated in the detail specification are absolute. Tolerances on measurement instruments and methods shall be taken into account when determining actual experimental limits.

Unless otherwise stated in the detail specification, the precision and accuracy of test methods and equipment used for the evaluation of oscillator performance shall be at least one order of magnitude (i.e. a factor of ten) better than the tolerances to be determined. (For example a voltmeter accuracy of  $\pm 0.1\%$  to determine level to a tolerance of  $\pm 1\%$ .) Calibrations of test equipment and reference frequency sources shall be traceable to recognized national standards.

### 8.2 Particular test procedures

This sub-clause contains recommended procedures and test circuits for the determination of particular performance characteristics and electrical parameters of quartz crystal controlled oscillators.

#### 8.2.1 Insulation resistance

*Purpose:*

To determine that the resistance between specified points exceeds a specified value when measured with an applied voltage below the breakdown value.

*Test circuit:*

Figure 4, page 100.

*Procedure:*

The specified voltage is applied to the designated terminals, as in method *a* of Figure 4, and the resulting current is measured. It shall be less than the specified maximum. Alternatively, an ohmmeter may be used to determine the resistance directly, as in method *b* of Figure 4. In this case the resistance shall be greater than the minimum specified. Following tests according to methods *a* or *b*, operational tests shall be carried out to ensure that the device is functional.

*Precautions:*

Voltage should be applied to the specified terminals only, and polarity should be observed when specified. The applied voltage during test should not exceed the specified value. Failure to observe any of the above may result in damage to the device under test.

*Specified conditions:*

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

- 1) test points;
- 2) applied voltage limits and polarity;
- 3) minimum resistance;
- 4) maximum current flow.

*Note.* — When Items 2) and 3) are not otherwise stated, maximum voltage shall be less than 20 V, and measured resistance shall be greater than 20 M $\Omega$ .

### 8.2.2 *Epreuve de tension*

#### *Objet:*

Constater que l'application d'une tension élevée entre deux ou plus de deux sorties spécifiées ne provoque pas de claquage ou de surintensités ni ne compromet le fonctionnement de l'oscillateur.

#### *Circuit d'essai:*

Figure 5, page 100.

#### *Méthode:*

La tension spécifiée est appliquée entre les sorties désignées. Il ne doit y avoir ni amorçage d'arc ni preuve de claquage. Des essais sont effectués ensuite pour s'assurer que le fonctionnement de l'oscillateur n'a pas été compromis.

#### *Précautions:*

Il convient de n'appliquer la tension qu'aux sorties spécifiées et de respecter la polarité lorsque celle-ci est spécifiée. La valeur de la tension appliquée ne doit pas dépasser la valeur spécifiée et l'intensité ne doit pas pouvoir dépasser la valeur maximale prescrite. L'inobservation d'une quelconque des recommandations ci-dessus peut entraîner une détérioration du dispositif essayé.

#### *Conditions spécifiées:*

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

- 1) sorties;
- 2) tension maximale appliquée et polarité;
- 3) résistance de la source d'alimentation;
- 4) intensité maximale admissible;
- 5) méthodes de préconditionnement, si applicable.

### 8.2.3 *Puissance d'entrée*

#### *Objet:*

Définir les prescriptions requises de tension d'alimentation et de puissance d'entrée pour un fonctionnement de l'oscillateur (et de l'enceinte, si applicable) dans des conditions spécifiées.

#### *Circuit d'essai:*

Figure 6, page 101.

#### *Méthode:*

L'oscillateur, la charge électrique et l'alimentation (ou les alimentations) sont connectés comme il est montré, et la tension (ou les tensions) et l'intensité (ou les intensités) sont contrôlées en permanence à l'aide d'appareils de mesure convenables. La puissance d'entrée est calculée à partir des valeurs relevées de tension et d'intensité:

$$P = V \times I$$

### 8.2.2 Voltage proof

*Purpose :*

To determine that the application of a high voltage between two or more specified terminals will not produce electrical breakdown or excessive current, or otherwise impair the performance of the oscillator.

*Test circuit:*

Figure 5, page 100.

*Procedure :*

The specified voltage is applied between the designated terminals. There shall be no arcing or other evidence of breakdown. Following this test, operational tests shall be carried out to ensure that the oscillator performance has not been impaired.

*Precautions:*

Voltage should be applied to the specified terminals only, and polarity should be observed when stated. The applied voltage should not exceed the specified value, and current flow should not be allowed to exceed the stated maximum. Failure to observe any of the above may result in damage to the device under test.

*Specified conditions:*

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

- 1) test terminals;
- 2) maximum applied voltage and polarity;
- 3) source resistance;
- 4) maximum permissible current flow;
- 5) pre-conditioning procedures, if applicable.

### 8.2.3 Input power

*Purpose :*

To determine supply voltage and input power requirements to the oscillator (and oven, when applicable) when operating under specified conditions.

*Test circuit:*

Figure 6, page 101.

*Procedure :*

Oscillator, electrical load, and power supply(ies) are connected as shown, and supply voltage(s) and current(s) monitored with suitable meters. Input power is calculated from the measured values of voltage and current:

$$P = V \times I$$

Lorsque la puissance d'entrée doit être mesurée à une température différente de la température de référence, le dispositif à essayer est placé dans une chambre climatique convenable. Les mesures à chaque valeur spécifiée de température sont effectuées après un fonctionnement continu d'une durée de stabilisation spécifiée à cette température.

Dans le cas d'un oscillateur à quartz en enceinte à température régulée (OCXO), la puissance d'entrée de crête et la puissance d'entrée en régime permanent peuvent être spécifiées. Si la puissance de crête est spécifiée, les valeurs transitoires de tension et d'intensité sont mesurées pour chaque température spécifiée à laquelle la chambre climatique est ajustée. Aucune mesure de puissance de crête n'est effectuée avant que l'oscillateur et l'enceinte, non alimentés, n'aient atteint l'équilibre thermique à la température de mesure.

*Précautions :*

- 1) Lorsque la circulation forcée d'air a une influence sur la puissance d'entrée de l'oscillateur, on peut simuler les conditions d'air calme en utilisant un écran pare-vent selon la description du paragraphe 8.1.7.
- 2) Si l'on doit mesurer la puissance de crête, il peut être nécessaire d'utiliser des appareils enregistreurs pour les mesures de tension et d'intensité afin de déterminer avec une définition suffisante les valeurs transitoires.
- 3) Pour la mesure de la puissance de crête, il convient que la chambre climatique utilisée pour les mesures effectuées à d'autres températures que la température de référence ait une constante de temps thermique grandement inférieure de façon significative à celle de l'oscillateur/enceinte à essayer.

*Conditions spécifiées :*

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

- 1) tensions d'alimentation ;
- 2) détails concernant la charge ;
- 3) température(s) à laquelle (auxquelles) sont effectuées les mesures. Sauf spécification différente, la température est relevée au point de référence de la surface du boîtier de l'oscillateur ;
- 4) temps de stabilisation.

*Note.* — Il convient aussi de spécifier si le mesurage de la puissance de crête doit être effectué.

8.2.4 *Fréquence de sortie*

*Objet :*

Mesurer la fréquence de sortie d'un oscillateur piloté par quartz dans des conditions de fonctionnement spécifiées. Il convient d'utiliser les méthodes de mesure décrites chaque fois que la fréquence d'un oscillateur doit être déterminée. Deux méthodes sont présentées, le choix de l'une ou de l'autre étant fonction de la précision avec laquelle la fréquence doit être déterminée.

A. *Mesure de la fréquence pour des tolérances supérieures ou égales à  $1 \times 10^{-7}$*

*Circuit d'essai :*

Figure 7a, page 102.

*Méthode :*

Le circuit étant réalisé selon la figure, l'oscillateur est placé dans les conditions de fonctionnement spécifiées jusqu'à stabilisation. La fréquence est alors mesurée à l'aide du compteur de

When input power measurements are to be made at other than the reference temperature, the device under test shall be placed in a suitable environmental chamber. Measurements at each specified value of temperature shall be made after continuous operation at that temperature for the specified stabilization time.

In the case of oven controlled crystal oscillators (OCXO), both peak and steady-state input power may be specified. 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. The oscillator and oven shall be allowed to reach thermal equilibrium at the operating temperature, while unenergized, prior to any measurement of peak power.

*Precautions:*

- 1) Where input power to the oscillator will be affected by forced air circulation, still air conditions may be simulated by use of a draught shield as described in Sub-clause 8.1.7.
- 2) If peak power is to be measured, it may be necessary to use recording type meters for the measurement of voltage and current in order to determine transient values with adequate resolution.
- 3) The environmental chamber used for measurements at other than reference temperature should have a thermal time constant significantly less than that of the oscillator/oven being measured, when peak power is to be determined.

*Specified conditions:*

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

- 1) power supply voltages;
- 2) load details;
- 3) temperature(s) at which measurements are to be performed. Unless otherwise stated, the temperature will be taken as the reference point temperature on the surface of the oscillator package;
- 4) stabilization time.

*Note.* — It should also be stated if a measurement of peak power is to be made.

#### 8.2.4 Output frequency

*Purpose:*

To measure the output frequency of a crystal controlled oscillator under specified operating conditions. The measurement methods described should be used whenever the frequency of an oscillator is to be determined. Two methods are given, the choice depending upon the precision to which the determination is to be made.

##### A. Frequency measurement for tolerances greater than or equal to $1 \times 10^{-7}$

*Test circuit:*

Figure 7a, page 102.

*Procedure:*

The oscillator shall be connected as shown and allowed to stabilize under specified operating conditions. The frequency shall then be measured with the frequency counter, using either a direct

fréquence, soit selon une mesure directe de fréquence, soit selon une mesure de période moyenne. Des durées de 0,1 s à 10,0 s sont normalement nécessaires pour obtenir la précision de mesure requise. Généralement, il est pratique d'utiliser la méthode de mesure de la période moyenne pour les fréquences inférieures à environ 5 MHz.

#### B. Mesure de la fréquence pour des tolérances inférieures à $1 \times 10^{-7}$

##### *Circuit d'essai :*

Figure 7b, page 102.

##### *Méthode :*

Le circuit étant réalisé selon les indications de la figure, l'oscillateur est placé dans les conditions de fonctionnement spécifiées jusqu'à stabilisation. Un facteur de multiplication de fréquence est choisi de façon à permettre la mesure avec la précision spécifiée sur un intervalle de temps déterminé dans la gamme de 0,1 s à 10,0 s.

##### *Exemple :*

Un facteur de multiplication de 4 est nécessaire pour mesurer un signal de 2,5 MHz avec une précision de  $1 \times 10^{-8}$  dans un intervalle de 10 s.

*Note.* — Des variantes de la méthode de mesure comportent l'utilisation de compteurs « réciproques » à grande vitesse aussi bien que des systèmes comparateurs de phase ou de fréquence, pour établir la différence de fréquence entre celle de l'oscillateur et une fréquence définie provenant d'un synthétiseur de fréquence. Cette dernière méthode est spécialement utile pour des précisions de mesure meilleures que  $1 \times 10^{-9}$ .

##### *Précautions :*

Il convient de respecter les consignes suivantes, quelle que soit la méthode de mesure utilisée :

- 1) La charge de l'oscillateur, y compris les compensations relatives aux connexions de l'équipement de mesure, doit être correctement établie.
- 2) On doit prendre soin de régler de façon adéquate les conditions d'environnement afin qu'elles n'aient aucune influence sur les résultats.

##### *Conditions spécifiées :*

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

- 1) tension(s) d'alimentation ;
- 2) détails concernant la charge ;
- 3) précision de la mesure de fréquence ;
- 4) température(s) ambiante(s) ;
- 5) temps de stabilisation.

#### 8.2.5 Caractéristiques fréquence/température

##### *Objet :*

Etablir l'influence de la température sur la fréquence de sortie d'un oscillateur piloté par quartz. Cette méthode peut être utilisée pour déterminer l'*excursion totale de fréquence* dans une gamme spécifiée de températures de fonctionnement ou pour déterminer la *fréquence de sortie à des températures particulières spécifiées*.

frequency measurement or a period averaging method. Measurement times in the range of 0.1 s to 10.0 s will normally be required to obtain the required measurement precision. Period averaging will generally be advantageous for frequencies below about 5 MHz.

*B. Frequency measurement for tolerances less than  $1 \times 10^{-7}$*

*Test circuit:*

Figure 7b, page 102.

*Procedure:*

The oscillator shall be connected as shown and allowed to stabilize under specified operating conditions. A frequency multiplication factor should be chosen which will permit measurement to the specified precision within a time interval in the range of 0.1 s to 10.0 s.

*Example:*

To measure a 2.5 MHz signal to a precision of  $1 \times 10^{-8}$  within a 10 s interval, a multiplication factor of 4 is required.

*Note.* — Alternative methods of measurement include the use of high-speed “reciprocal” counters, as well as the use of frequency or phase comparison systems to determine the frequency difference between the oscillator and a known frequency derived from a frequency synthesizer. This latter method is especially useful for measurement accuracies better than  $1 \times 10^{-9}$ .

*Precautions:*

Whichever method of measurement is used, the following should be observed:

- 1) The oscillator shall be correctly loaded, including compensation for the test equipment connections.
- 2) Care must be taken that environmental conditions are adequately controlled so as not to influence the results.

*Specified conditions:*

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

- 1) power supply voltage(s);
- 2) load details;
- 3) frequency measurement accuracy;
- 4) ambient temperature(s);
- 5) stabilization time.

#### 8.2.5 Frequency-temperature characteristics

*Purpose:*

To determine the dependence of output frequency of a crystal controlled oscillator upon temperature. This test method may be used to determine the *total frequency excursion* over a specified operating temperature range, or to determine the *output frequency at specified particular temperatures*.

*Circuit d'essai:*

Figure 8, page 103.

*Méthode:*

Le circuit étant réalisé selon les indications de la figure et l'oscillateur n'étant pas alimenté, on laisse la chambre climatique atteindre l'équilibre thermique à la température la plus basse spécifiée. L'oscillateur est alors mis sous tension; à la fin de la durée de stabilisation spécifiée, la fréquence et la température sont enregistrées selon une méthode de mesure de la fréquence conforme au paragraphe 8.2.4.

La température de la chambre climatique est élevée palier par palier (ou de façon continue à un taux spécifié), le temps de stabilisation spécifié étant observé à chaque palier.

L'enregistrement continu de la température et de la fréquence pendant l'essai peut être spécifié afin de s'assurer que la fréquence n'excède jamais les tolérances spécifiées.

*Note.* — Pour certaines applications, il peut être requis de déterminer la reproductibilité de la caractéristique fréquence/température, cette dernière étant établie en premier lieu lorsque la température croît d'une valeur minimale à une valeur maximale, ensuite lorsqu'elle décroît d'une valeur maximale à une valeur minimale. Les différences ainsi obtenues de la caractéristique sont désignées sous le terme *erreurs de retraçabilité* ou le terme *hystérésis* et ont une importance particulière dans les essais de dispositif TCXO.

*Précautions:*

- 1) Lorsque la circulation forcée d'air a une influence sur la puissance d'entrée de l'oscillateur, on peut simuler les conditions d'air calme en utilisant un écran pare-vent.
- 2) Pour les essais à croissance continue de température, le taux de variation de la température doit être inférieur à 0,5 °C/min, sauf prescription différente dans la spécification particulière.
- 3) Si aucune valeur spécifique de température n'est donnée pour les mesures à températures discrètes, on recommande d'adopter des paliers de croissance n'excédant pas 1,5 °C avec un temps de stabilisation convenable après chaque affichage de la température de la chambre climatique.
- 4) Sauf prescription différente dans la spécification particulière, la durée accordée à l'oscillateur pour se stabiliser doit toujours excéder le double du temps de stabilisation.
- 5) Lorsque l'oscillateur à essayer est un TCXO, un soin particulier doit être pris pour garantir un faible taux de variation de température. Sauf prescription différente dans la spécification particulière, un temps de stabilisation de 1 h et un taux de croissance de la température entre 0,2 °C/min et 1 °C/min dans certains cas sont à utiliser pour les essais des TCXO.

*Conditions spécifiées:*

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

- 1) tension(s) d'alimentation;
- 2) détails concernant la charge;
- 3) gamme de températures d'essai;
- 4) taux maximal de variation de température, ou
- 5) paliers de température et temps de stabilisation pour la méthode de mesure par paliers;
- 6) autres éléments conformément à la spécification particulière.

*Test circuit:*

Figure 8, page 103.

*Procedure:*

The unenergized oscillator shall be connected as shown, and the environmental chamber allowed to reach equilibrium at the lowest specified temperature. The oscillator shall then be energized; after the specified stabilization time, frequency and temperature shall be recorded, using a frequency measurement method in accordance with Sub-clause 8.2.4.

The test chamber temperature shall then be raised in incremental steps (or ramped at a specified rate) allowing the specified stabilization time at each temperature setting.

Continuous recording of temperature and frequency during this test may be specified in order to ensure that the frequency never exceeds specified tolerances.

*Note.* — In some applications, it may be required to determine the reproducibility of the frequency-temperature characteristic 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.

*Precautions:*

- 1) Where input power to the oscillator will be affected by forced air circulation, still air conditions may be simulated by the use of a draught shield.
- 2) For ramped temperature tests, the rates of change of temperature should be less than 0.5 °C/min, unless otherwise stated in the detail specification.
- 3) If specific temperatures are not given for discrete temperature measurements, incremental steps should not exceed 1.5 °C, with suitable stabilization time after each setting of environmental temperature.
- 4) The time allowed for the oscillator to stabilize should always exceed the stabilization time by a factor of 2, unless otherwise stated in the detail specification.
- 5) When the oscillator under test is a TCXO type, special care must be taken to ensure a slow rate of temperature change. Unless otherwise stated in the detail specification, stabilization time of 1 h, and temperature ramp rates between 0.2 °C/min and 1 °C/min should be used for TCXO tests.

*Specified conditions:*

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

- 1) power supply voltage(s);
- 2) load details;
- 3) temperature test range;
- 4) maximum rate of change of temperature, or
- 5) temperature steps and stabilization time for incremental method of measurement;
- 6) other items in accordance with the detail specification.

### 8.2.6 Coefficient de charge de la fréquence

*Objet:*

Mesurer la variation de la fréquence de sortie en fonction de la variation de charge (voir paragraphe 3.18).

*Méthode:*

A l'aide d'un système de mesure de fréquence semblable à celui du paragraphe 8.2.4, mesurer la fréquence de sortie d'un oscillateur, aux conditions de charge nominales spécifiées, aux conditions de charge minimales et aux conditions de charge maximales, tous les autres paramètres de fonctionnement étant maintenus constants à leurs valeurs spécifiées.

*Circuit d'essai:*

Figure 8, page 103.

*Précaution:*

Toutes les liaisons aboutissant aux sorties de l'oscillateur pour mesurer la fréquence doivent être comprises dans la valeur totale de la charge électrique.

*Conditions spécifiées:*

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

- 1) tension(s) d'alimentation;
- 2) charge nominale (résistance et réactance, comme il convient);
- 3) limites minimale et maximale de la charge;
- 4) fréquence nominale;
- 5) temps de stabilisation.

*Note.* — L'utilisation d'une chambre climatique régulée avec exactitude peut être nécessaire pour réduire les effets des variations de température sur la valeur mesurée de l'écart de fréquence.

### 8.2.7 Coefficient de tension de la fréquence

*Objet:*

Définir la variation de la fréquence de sortie d'un oscillateur en fonction de la variation de tension de l'alimentation (voir paragraphe 3.17).

*Méthode:*

A l'aide d'un système de mesure de la fréquence semblable à celui du paragraphe 8.2.4 et en maintenant tous les autres paramètres de fonctionnement à leurs valeurs spécifiées, mesurer la fréquence de l'oscillateur 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 tient compte de temps de stabilisation spécifié entre le réglage de la tension et le mesurage de la fréquence.

*Précautions:*

Une excursion transitoire de fréquence peut survenir immédiatement après que l'on eut réglé la tension d'alimentation, en particulier si l'oscillateur à essayer est du type OCXO ou TCXO. Si la grandeur de cette excursion transitoire est d'une certaine importance, il convient d'utiliser des appareils de mesure enregistreurs pour relever l'excursion de fréquence et de spécifier séparément l'écart maximal admissible pendant la durée de l'excursion.

### 8.2.6 Frequency load coefficient

*Purpose:*

To measure the change in output frequency as a function of change in load (see Sub-clause 3.18).

*Procedure:*

Using a frequency measuring system as in Sub-clause 8.2.4, measurements of oscillator output frequency shall be made for the specified nominal load conditions, minimum load conditions and maximum load conditions, all other operating parameters being maintained constant at their specified values.

*Test circuit:*

Figure 8, page 103.

*Precaution:*

Any connections made to the output terminals of the oscillator to measure frequency must be included in the total electrical load value.

*Specified conditions:*

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

- 1) power supply voltage(s);
- 2) nominal load (resistance and reactance as appropriate);
- 3) minimum and maximum load limits;
- 4) nominal frequency;
- 5) stabilization time.

*Note.* — The use of an accurately controlled environmental test chamber may be required to reduce the effects of temperature changes on the measured value of frequency fluctuation.

### 8.2.7 Frequency voltage coefficient

*Purpose:*

To determine the change in oscillator output frequency as a function of variation in the power supply voltage (see Sub-clause 3.17).

*Procedure:*

Using a frequency measuring system in accordance with Sub-clause 8.2.4, and maintaining all other operating parameters at their specified values, measurement of 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.

*Precautions:*

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. If the magnitude of this transient excursion is of importance, recording type meters should be used to record the frequency excursion, and the maximum permissible deviations during the transient interval should be separately specified.

L'utilisation d'une chambre d'essai climatique peut être nécessaire pour maintenir la température ambiante à sa valeur spécifiée pendant l'exécution de cet essai.

*Conditions spécifiées :*

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

- 1) charge nominale ;
- 2) température (si elle est différente de la température de référence) ;
- 3) tension(s) d'alimentation nominale(s) ;
- 4) tensions d'alimentation minimale et maximale ;
- 5) temps de stabilisation.

8.2.8 *Stabilité de la fréquence lors d'une variation transitoire de la température*

*Objet :*

Mesurer le temps de réponse thermique et le *dépassement* de l'excursion transitoire de la fréquence de l'oscillateur, causés par une variation spécifiée de la température.

*Circuit d'essai :*

Figure 8, page 103.

*Méthode :*

L'oscillateur est placé dans la chambre climatique et est maintenu non alimenté jusqu'à ce qu'il ait atteint l'équilibre à la température initiale spécifiée  $T_1$ . Il est alors alimenté et se stabilise pendant la durée spécifiée dans les conditions normales de fonctionnement. A la fin de cette période, on fait varier la température de la chambre climatique au taux spécifié jusqu'à atteindre la température finale  $T_2$ . La fréquence de sortie de l'oscillateur et la température de la chambre climatique (mesurée au point de référence) sont enregistrées de façon continue pendant et après cette opération de façon à fournir un tracé des variations de fréquence et de température semblable à celui de la figure 9, page 104 ; le *temps de réponse thermique* et le *dépassement* peuvent être déduits de ce tracé.

- a) Le *dépassement* de l'excursion transitoire peut être spécifié soit sous la forme d'une fraction de la fréquence nominale (c'est-à-dire que le dépassement recommandé ne doit pas être supérieur à  $2 \times 10^{-7}$ ), soit en pourcentage du décalage en régime permanent, c'est-à-dire conformément à la relation :

$$\text{dépassement (\%)} = \frac{F_{\max} - F_{\text{finale}}}{F_{\text{finale}} - F_{\text{initiale}}} \times 100$$

- b) Sauf spécification différente, le *temps de réponse thermique* est l'intervalle de temps entre l'instant où la fréquence a varié 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, ainsi que le montre l'échantillon d'enregistrement de la figure 9 :

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

The use of an environmental test chamber may be required to maintain the ambient temperature at its specified value during the performance of this test.

*Specified conditions:*

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

- 1) nominal load;
- 2) temperature (if different from the reference temperature);
- 3) nominal supply voltage(s);
- 4) minimum and maximum supply voltages;
- 5) stabilization time.

### 8.2.8 Frequency stability with thermal transient

*Purpose:*

To measure the thermal response time and *overshoot* of the transient frequency excursion of an oscillator, resulting from a specified temperature change.

*Test circuit:*

Figure 8, page 103.

*Procedure:*

The unenergized oscillator shall be placed in the environmental chamber and allowed to reach equilibrium at the specified initial temperature  $T_1$ . The oscillator shall then be energized and allowed to stabilize for the specified time interval under normal operating conditions. At the end of this period, the environmental chamber temperature shall be changed at the specified rate to the final temperature  $T_2$ . The oscillator output frequency and the environmental 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 similar to that in Figure 9, page 104, from which the *thermal response time* and the *overshoot* may be determined.

- a) The *overshoot* of the transient excursion may be specified either in fractional parts of the nominal frequency (i.e. the overshoot should not exceed  $2 \times 10^{-7}$ ), or as a percentage of the steady-state frequency offset, i.e. according to the relation:

$$\text{overshoot (\%)} = \frac{F_{\max} - F_{\text{final}}}{F_{\text{final}} - F_{\text{initial}}} \times 100$$

- b) 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 9:
  - 1) when the overshoot is less than 10%, the thermal response time is equal to  $t_2 - t_1$  min.
  - 2) when the overshoot is equal to or greater than 10%, the thermal response time is equal to  $t_3 - t_1$  min.

*Précautions :*

- 1) Le capteur de température doit être mis en position de façon à enregistrer la température du point de référence à l'emplacement spécifié. L'emplacement du capteur et la pente de la température doivent être définis avec exactitude afin d'obtenir des résultats reproductibles.
- 2) La constante de temps du système de mesure de la fréquence (qui peut être soit analogique, soit numérique) doit être faible, comparée au taux maximal de variation de fréquence présenté par l'oscillateur à essayer.

*Conditions spécifiées :*

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

- 1) tension d'alimentation ;
- 2) détails concernant la charge ;
- 3) températures initiale et finale du point de référence, et taux de variation de la température du point de référence pour les besoins de l'essai.
- 4) emplacement précis du capteur de température au point de référence.

### 8.2.9 Ajustage de la fréquence et/ou possibilité d'ajustage

*Objet :*

Mesurer la gamme et/ou la possibilité d'ajustage de la fréquence (voir paragraphe 3.11). La gamme de variations est exprimée normalement par un écart sous forme de fraction de la fréquence nominale (c'est-à-dire au moins  $\pm 1 \times 10^{-4}$ ).

*Circuit d'essai :*

Figure 7, page 102

*Méthode :*

La fréquence de sortie est mesurée aux conditions d'ajustage spécifiées à l'aide du système de mesure décrit au paragraphe 8.2.4.

*Conditions spécifiées :*

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

- 1) tension d'alimentation ;
- 2) détails concernant la charge ;
- 3) temps de stabilisation.

*Note.* — Sauf spécification différente, la gamme d'ajustage de la fréquence s'étend entre les limites de la gamme disponible.

### 8.2.10 Caractéristiques de retraçabilité

*Objet :*

Vérifier la possibilité de revenir, à la suite d'une période de stockage dans des conditions de non-fonctionnement, dans les limites spécifiées de la fréquence stabilisée antérieurement.

*Note.* — L'expression « caractéristique de retraçabilité » a une signification différente lorsqu'elle est utilisée dans le cas du fonctionnement des TCXO, comme indiqué au paragraphe 8.2.5. La présente mesure est généralement spécifiée pour les OCXO ou PXO.