IEC 60679-6

Edition 1.0 2011-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 6: Phase jitter measurement method for quartz crystal oscillators and SAW oscillators – Application guidelines

Oscillateurs pilotés par quartz sous assurance de la qualité – Partie 6: Méthode de mesure de la gigue de phase pour les oscillateurs à quartz et les oscillateurs SAW – Lignes directrices pour l'application

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 31.140

ISBN 978-2-88912-403-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms, definitions and general concepts 8
3.1 Terms and definitions 8
3.2 General concepts 8
3.2.1 Phase jitter 8
3.2.2 r.m.s jitter 9
3.2.3 Peak-to-peak jitter 10
3.2.4 Random jitter 10
3.2.5 Deterministic jitter 11
3.2.6 Period (periodic) jitter 11
3.2.7 Data-dependent jitter 11
3.2.8 Total jitter 11
3.3 Points to be considered for measurement 12
3.3.1 Measurement equipment 12
3.3.2 Factors of measurement errors 12
4 Measurement method 13
4.1 General 13
4.2 Frequency range and the measurement method 13
4.3 Method using the phase noise measurement value 13
4.3.1 Overview 13
4.3.2 Measurement equipment and system 13
4.3.3 Measurement item 13
4.3.4 Range of detuning frequency 14
4.3.5 Phase noise measurement method 14
4.4 Measurement method using the specially designed measurement equipment 14
4.4.1 Overview 14
4.4.2 Measurement equipment and system 14
4.4.3 Measurement items 14
4.4.4 Number of measurements 14
4.5 Block diagram of the measurement 14
4.6 Input and output impedance of the measurement system 15
4.7 Measurement equipment 15
4.7.1 General 15
4.7.2 Jitter floor 15
4.7.3 Frequency range 15
4.7.4 Output waveform 15
4.7.5 Output voltage 16
4.8 Test fixture 16
4.9 Cable, tools and instruments 16
5 Measurement and the measurement environment 16
5.1 Set-up before taking measurements 16
5.2 Points to be considered and noted at the time of measurement 16
5.3 Treatment after the measurement 17

6 Measurement 17
6.1 Reference temperature 17
6.2 Measurement of temperature characteristics 17
6.3 Measurement under vibration 17
6.4 Measurement at the time of impact 17
6.5 Measurement in accelerated ageing 17
7 Other points to be noted 17
8 Miscellaneous 17
Annex A (normative) Calculation method for the amount of phase jitter 18
Bibliography 21

Figure 1 – Voltage versus time 9
Figure 2 – Explanatory diagram of the amount of jitter applied to r.m.s. jitter 10
Figure 3 – Explanatory diagram of random jitter, deterministic jitter, and total jitter 11
Figure 4 – Equivalent block diagram 15
Figure A.1 – Concept diagram of SSB phase noise 19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS OF ASSESSED QUALITY –

Part 6: Phase jitter measurement method for quartz crystal oscillators and SAW oscillators – Application guidelines

FOREWORD

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

International Standard IEC 60679-6 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 60679-6 published in 2008. This first edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
49/935/FDIS	49/944/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 60679 series, published under the general title *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The study of phase jitter measurement methods was conducted in accordance with the agreement during the IEC TC 49 Berlin international meeting in 2001. At this meeting, the decision was made that Japan should assume the responsibilities of this study. Then, the technical committee of the Quartz Crystal Industry Association of Japan (QIAJ) proceeded with this study. This study was substantially conducted during the years 2002 to 2005 and can be referred to as the first stage of the study. The second stage is being continued at present.

Phase jitter has become one of the essential measurement items by digitization of electronic devices. However, theoretically, some ambiguity is still left in the phase jitter. Since no standard measurement method is proposed, suppliers and customers may be mutually exposed to a risk which could cause enormous economic losses.

To avoid this risk, this document provides a standard, based on the study results during the first stage, for each company of QIAJ members to avoid anxiety as to the measurement of the phase jitter and for the purpose of giving guidance without any mistakes.

In this standard, a recommendation to make r.m.s. jitter a measurement object is presented. The reason why this recommendation is submitted is because the oscillators resulting in ultra-low amount of jitter are targeted as the object to be measured.

Oscillators are analogue-type electronic devices. Their sine wave output signals are more favourable than the signals obtained by electronic systems. Moreover, the output is utilized as the reference clock of the measurement equipment, leading to a situation in which the amount of phase jitter is shown to be smaller than the amount of phase jitter of the measurement equipment. Accordingly, this may give the impression that the measured amount of phase jitter is not from the oscillators but rather the amount of phase jitter generated by the measurement equipment, or the measurement system. Therefore, when adopting the amount of other phase jitters as the measurement items, a recommendation is presented to select measurement equipment and a measurement system capable of being verified and confirmed sufficiently, contractually determined between suppliers and customers. Moreover, when the phase noise method is used, the random jitter values need to be discussed after defining the jitter frequency bands from start to end of integrating the phase noise.

In case of doubts related to the measurement values, refer to the application of Allan Variance [1][1] .

Frequency stability was compiled into a single work by IEEE in 1966 [2]. Then, the definition was applied to atomic oscillators, crystal oscillators, as well as electronic systems for telecommunication, information, audio-visual, and the like.

Conventional crystal oscillators and electronic systems have analogue systems and their signal waveforms are sine waves. Therefore, the short-term frequency stability as one field of the frequency stability is measured as the phase noise or Allan Variance. Recently, digitization of electronic systems is progressing. Under such circumstance, the short-term frequency stability has been measured as the phase jitter.

On the other hand, the oscillators are analogue-type electronic devices. For the oscillators, the signals having square waves or waveforms similar thereto are demanded by users to be easily fit into the electronic systems. Naturally, for the short-term frequency stability, the measurement as the phase jitter is frequently demanded by users.

For advance application in electronic information and communication technology: (e.g.: advanced satellite communications, control circuits for electric vehicle (EV) and etc.), necessity arises for the measurement method for common guidelines of phase jitter. In these

[1] Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

days, measurement method of phase jitter also becomes more important from the electromagnetic influence (EMI) point of view.

In that sense, international standardization as IEC 60679-6 of phase jitter measurement method is significant and timely. The measurement method of phase jitter described in this document is the newest method by which quantitative measurement was made possible from the breakthrough of the measurement system technology, in the hope to get attention from not only a device engineer but also a system engineer and expected to be widely used.

QUARTZ CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATORS OF ASSESSED QUALITY –

Part 6: Phase jitter measurement method for quartz crystal oscillators and SAW oscillators – Application guidelines

1 Scope

This part of the IEC 60679 series applies to the phase jitter measurement of quartz crystal oscillators and SAW oscillators used for electronic devices and gives guidance for phase jitter that allows the accurate measurement of r.m.s. jitter.

In the measurement method, phase noise measurement equipment or a phase noise measurement system is used.

The measuring frequency range is from 10 MHz to1 000 MHz.

This standard applies to quartz crystal oscillators and SAW oscillators used in electronic devices and modules that have the multiplication or division functions based on these oscillators. The type of phase jitter applied to these oscillators is the r.m.s. jitter. In the following text, these oscillators and modules will be referred to as “oscillator(s)” for simplicity.

2 Normative references

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 24
INTRODUCTION 26
1 Domaine d'application 28
2 Références normatives 28
3 Termes, définitions et concepts généraux 28
3.1 Termes et définitions 28
3.2 Concepts généraux 28
3.2.1 Gigue de phase 28
3.2.2 Gigue en valeur efficace 29
3.2.3 Gigue crête-à-crête 30
3.2.4 Gigue aléatoire 30
3.2.5 Gigue déterministe 31
3.2.6 Gigue temporelle (périodique) 31
3.2.7 Gigue dépendante des données 32
3.2.8 Gigue totale 32
3.3 Éléments à prendre en considération lors de la mesure 32
3.3.1 Appareil de mesure 32
3.3.2 Facteurs d'erreurs de mesure 33
4 Méthode de mesure 33
4.1 Généralités 33
4.2 Gamme de fréquence et méthode de mesure 33
4.3 Méthode d'utilisation de la valeur de mesure du bruit de phase 34
4.3.1 Présentation 34
4.3.2 Système et appareil de mesure 34
4.3.3 Élément de mesure 34
4.3.4 Gamme de la fréquence de désyntonisation 34
4.3.5 Méthode de mesure du bruit de phase 34
4.4 Méthode de mesure utilisant l'appareil de mesure spécialement conçu 34
4.4.1 Présentation 34
4.4.2 Système et appareil de mesure 34
4.4.3 Éléments de mesure 34
4.4.4 Nombre de mesures 34
4.5 Schéma fonctionnel de la mesure 35
4.6 Impédance d'entrée et de sortie du système de mesure 35
4.7 Appareil de mesure 35
4.7.1 Généralités 35
4.7.2 Valeur plancher de la gigue 36
4.7.3 Gamme de fréquences 36
4.7.4 Forme d'onde de sortie 36
4.7.5 Tension de sortie 36
4.8 Montage d'essais 36
4.9 Câble, outils et instruments 36
5 Mesure et environnement de mesure 36
5.1 Installation préalable à la prise de mesures 36
5.2 Éléments à prendre en considération et à observer au moment de la prise de mesure 37
5.3 Traitement après mesure 37

6 Mesure 37
6.1 Température de référence 37
6.2 Mesure des caractéristiques de température 37
6.3 Mesure en présence de vibrations 37
6.4 Mesure au moment du choc 37
6.5 Mesure en condition de vieillissement accéléré 37
7 Autres éléments à observer 37
8 Divers 38
Annexe A (normative) Méthode de calcul de la quantité de gigue de phase 39
Bibliographie 42

Figure 1 – Rapport entre la tension et la durée 29
Figure 2 – Diagramme explicatif de la quantité de gigue appliquée à la gigue en valeur efficace 30
Figure 3 – Diagramme explicatif de la gigue aléatoire, de la gigue déterministe et de la gigue totale 31
Figure 4 – Schéma fonctionnel équivalent 35
Figure A.1 – Schéma conceptuel du bruit de phase à BLU 41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

Partie 6: Méthode de mesure de la gigue de phase pour les oscillateurs à quartz et les oscillateurs SAW – Lignes directrices pour l'application

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60679-6 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence.

Cette norme annule et remplace l'IEC/PAS 60679-6 publié en 2008. Cette première édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/935/FDIS	49/944/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série de normes CEI 60679, publiées sous le titre général *Oscillateurs pilotés par quartz de qualité reconnue*, est disponible sur site web de la CEI.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'étude des méthodes de mesure de la gigue de phase a été menée selon les accords établis pendant la réunion internationale du TC 49 de la CEI qui s'est tenue à Berlin, en 2001. Lors de cette réunion, le Japon a été désigné comme responsable de cette étude. Par la suite, le comité technique QIAJ (Quartz Crystal Industry Association of Japan) a entamé cette étude. L'étude a été menée principalement entre 2002 et 2005 et peut être considérée comme la première étape de l'étude. La seconde étape n'est pas encore achevée à ce jour.

La gigue de phase est devenue l'un des éléments essentiels à mesurer en raison de la numérisation des appareils électroniques. Cependant, en théorie, quelques ambiguïtés demeurent au sujet de la gigue de phase. Aucune méthode de mesure normalisée n'étant proposée, les fournisseurs comme les clients s'exposent à des risques de pertes financières importantes.

Afin de limiter ces risques, le présent document constitue une norme, basée sur les résultats de la première étape d'étude menée, pour rassurer les entreprises membres de la QIAJ en ce qui concerne la mesure de la gigue de phase, et leur fournir ainsi une assistance efficace.

La présente Norme présente également une recommandation permettant de faire de la gigue en valeur efficace un objet de mesure. Cette recommandation est soumise parce que les oscillateurs donnant une quantité très faible de gigue constituent l'objet à mesurer.

Les oscillateurs sont des appareils électroniques de type analogique. Leurs signaux de sortie sinusoïdaux sont plus favorables que les signaux obtenus à l'aide de systèmes électroniques. En outre, la sortie est utilisée comme l'horloge de référence de l'appareil de mesure ce qui conduit à une situation dans laquelle la quantité de gigue de phase est moins élevée que la quantité de gigue de phase de l'appareil de mesure. De même, ceci peut donner l'impression que la quantité de gigue de phase mesurée ne provient pas des oscillateurs, mais de la quantité de gigue de phase générée par l'appareil de mesure ou le système de mesure. Ainsi, si l'on considère la quantité de gigue de phase comme un élément de mesure, une recommandation est proposée pour sélectionner un appareil de mesure et un système de mesure pouvant faire l'objet d'une vérification et d'une confirmation suffisantes, ainsi que d'un contrat entre les fournisseurs et les clients. En outre, lorsque la méthode du bruit de phase est utilisée, les valeurs de la gigue aléatoire doivent faire l'objet d'une discussion après la définition des bandes de fréquence de gigue, du début à la fin de l'intégration du bruit de phase.

En cas de doute sur les valeurs de mesure, se reporter à l'application de variance d'Allan [1][1].

La stabilité de fréquence a été synthétisée en un document unique par l'IEEE en 1966 [2]. La définition a été appliquée aux oscillateurs atomiques, aux oscillateurs à quartz, ainsi qu'aux systèmes électroniques destinés aux télécommunications, informations, données audiovisuelles et aux autres domaines similaires.

Les oscillateurs à quartz conventionnels et les systèmes électroniques comportent des systèmes analogiques et leurs signaux sont sinusoïdaux. Ainsi, la stabilité de la fréquence à court terme, en tant que champ de la stabilité de la fréquence, est mesurée comme le bruit de phase ou variance d'Allan. La numérisation des systèmes électroniques a évolué récemment. Dans ces circonstances, la stabilité de la fréquence à court terme a été mesurée comme la gigue de phase.

D'autre part, les oscillateurs sont des appareils électroniques de type analogiques. Pour les oscillateurs, les utilisateurs souhaitent que les signaux comportant des ondes carrées ou des formes d'ondes similaires, faciles à utiliser dans les systèmes électroniques. De toute

---

1 Les chiffres entre crochets font référence à la Bibliographie.

évidence, pour la stabilité de la fréquence à court terme, la mesure de la gigue de phase est fréquemment requise par les utilisateurs.

Pour des applications évoluées dans le domaine des communications et des informations électroniques (par exemple les communications par satellite, les circuits de commande pour véhicules électriques, etc.), il devient nécessaire que la méthode de mesure de la gigue de phase fasse l'objet de lignes directrices communes. De nos jours, l'importance d'une méthode de mesure de la gigue de phase est également accrue par les phénomènes liés à l'influence électromagnétique.

C'est pourquoi une normalisation internationale, telle que la CEI 60679-6, d'une méthode de mesure de la gigue de phase est importante et opportune. La méthode de mesure de la gigue de phase décrite dans le présent document est la nouvelle méthode qui a rendu possible les mesures quantitatives grâce aux progrès de la technologie des systèmes de mesure. Elle devrait retenir l'attention des ingénieurs chargés des dispositifs, mais aussi des ingénieurs systèmes et être couramment utilisée.

OSCILLATEURS PILOTÉS PAR QUARTZ SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

Partie 6: Méthode de mesure de la gigue de phase pour les oscillateurs à quartz et les oscillateurs SAW – Lignes directrices pour l'application

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 60679 s'applique à la mesure de la gigue de phase des oscillateurs à quartz et des oscillateurs SAW utilisés sur des appareils électroniques. Elle fournit également des lignes directrices sur la gigue de phase qui permet de mesurer précisément une gigue en valeurs efficaces.

Dans la méthode de mesure, un appareil de mesure des bruits de phase ou un système de mesure des bruits de phase est utilisé.

La gamme de fréquences mesurées s'étend de 10 MHz à 1 000 MHz.

La présente norme concerne les oscillateurs à quartz et les oscillateurs SAW utilisés sur des appareils électroniques et des modules dont les fonctions de multiplication ou de division sont basées sur ces oscillateurs. Le type de gigue de phase qui s'applique à ces oscillateurs est la gigue en valeur efficace. Pour plus de simplicité, ces oscillateurs et modules seront désignés comme « oscillateur(s) » dans la suite du texte.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60679-1:2007, *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 1: Generic specification* (disponible uniquement en anglais)