

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators –
Part 2: Phase jitter measurement method**

**Techniques de mesure des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques –
Partie 2: Méthode de mesure de la gigue de phase**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-7553-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Test and measurement procedures.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Test methods of phase jitter	8
4.2.1 General	8
4.2.2 Measurement in the time domain	8
4.2.3 Measurement in the data domain	9
4.2.4 Measurement in the frequency domain	9
4.3 Input and output impedances of the measurement system	13
4.4 Measurement equipment.....	13
4.4.1 General	13
4.4.2 Jitter floor	13
4.4.3 Output wave form	13
4.4.4 Output voltage	14
4.5 Test fixture.....	14
4.6 Cable, tools and instruments, and so on	14
5 Measurement and the measurement environment.....	14
5.1 Set-up before taking measurements.....	14
5.2 Points to be considered and noted at the time of measurement.....	14
5.3 Treatment after the measurement	14
6 Measurement.....	15
6.1 Reference temperature	15
6.2 Measurement of temperature characteristics.....	15
6.3 Measurement under vibration.....	15
6.4 Measurement at the time of impact	15
6.5 Measurement in accelerated ageing.....	15
7 Other points to be noted	15
8 Miscellaneous.....	15
Annex A (normative) Calculation method for the amount of phase jitter.....	16
A.1 General.....	16
A.2 Explanation	16
A.3 Relations between phase noise and phase jitter.....	16
A.4 Commentary on theoretical positioning of phase jitter	18
A.5 Description	18
A.5.1 General	18
A.5.2 RMS jitter	19
A.5.3 Peak-to-peak jitter	19
A.5.4 Random jitter	20
A.5.5 Deterministic jitter.....	20
A.5.6 Period (periodic) jitter	20
A.5.7 Data-dependent jitter	20
A.5.8 Total jitter	21

- A.6 Points to be considered for measurement 21
 - A.6.1 Measurement equipment 21
 - A.6.2 Factors of measurement errors 22
- Bibliography..... 24

- Figure 1 – Phase jitter measurement with sampling oscilloscope 9
- Figure 2 – Block diagram of a jitter and wander analyser according to ITU-T O.172 11
- Figure 3 – Equivalent block diagram 13
- Figure A.1 – Concept diagram of SSB phase noise 18
- Figure A.2 – Voltage versus time 19
- Figure A.3 – Explanatory diagram of the amount of jitter applied to RMS jitter 21
- Figure A.4 – Explanatory diagrams of random jitter, deterministic jitter, and total jitter 22

- Table 1 – Fourier frequency range for phase noise test..... 10
- Table 2 – Standard bit rates for various applications 12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT TECHNIQUES OF PIEZOELECTRIC,
DIELECTRIC AND ELECTROSTATIC OSCILLATORS –****Part 2: Phase jitter measurement method**

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 62884-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection.

This bilingual version (2019-11) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-08.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
49/1212/CDV	49/1243/RVC

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts in the IEC 62884 series, published under the general title *Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators*, can be found on the IEC website.

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

A crystal oscillator as a highly efficient and highly precise source of a frequency oscillation is widely used for fields such as the electronic equipment, communication equipment, measurement equipment and a clock. Also recently, digitalization of these equipments is advancing rapidly. In this situation, the frequency of crystal oscillator requires high precision and high stability and reduction of noise with oscillating phenomenon. A phase jitter is one of the noise characteristic in oscillation characteristic and precise measurement which is needed when shipping a component to a customer.

For advance application in electronic information and communication technology, (e.g. advanced satellite communications, control circuits for electric vehicle (EV)), necessity arises for the measurement method for common guidelines of phase jitter. In these days, measurement method of phase jitter also becomes more important from the electromagnetic influence (EMI) point of view.

This document has been restructured from IEC 60679-1:2007 (third edition) and IEC 60679-6:2011 (first edition). The test methods for oscillators have been separated from IEC 60679-6:2011 into IEC 62884 (all parts). This document covers the phase jitter measurement.

MEASUREMENT TECHNIQUES OF PIEZOELECTRIC, DIELECTRIC AND ELECTROSTATIC OSCILLATORS –

Part 2: Phase jitter measurement method

1 Scope

This part of IEC 62884 specifies the methods for the measurement and evaluation of the phase jitter measurement of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators, including dielectric resonator oscillators (DROs) and oscillators using a thin-film bulk acoustic resonator (FBAR) (hereinafter referred to as an "Oscillator") and gives guidance for phase jitter that allows the accurate measurement of RMS jitter.

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

NOTE Dielectric resonator oscillators (DROs) and oscillators using FBAR are under consideration.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-561, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 561: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection*

IEC 60679-1:2017, *Piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 60469, *Transitions, pulses and related waveforms – Terms, definitions and algorithms*

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

IEC 62884-1:2017, *Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators – Part 1: Basic methods for the measurement*

ISO 80000-1, *Quantities and units – Part 1: General*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Procédures d'essai et de mesure	32
4.1 Généralités	32
4.2 Méthodes d'essai de la gigue de phase.....	32
4.2.1 Généralités	32
4.2.2 Mesurage dans le domaine temporel	32
4.2.3 Mesurage dans le domaine des données	33
4.2.4 Mesurage dans le domaine fréquentiel	33
4.3 Impédances d'entrée et de sortie du système de mesure	37
4.4 Matériel de mesure	37
4.4.1 Généralités	37
4.4.2 Valeur plancher de la gigue	37
4.4.3 Forme d'onde de sortie	37
4.4.4 Tension de sortie	38
4.5 Montage d'essais	38
4.6 Câble, outils et instruments, etc.....	38
5 Mesurage et environnement de mesure	38
5.1 Installation préalable aux mesurages	38
5.2 Éléments à prendre en considération et à observer au moment de la prise de mesure	38
5.3 Traitement après le mesurage.....	39
6 Mesurage	39
6.1 Température de référence.....	39
6.2 Mesurage des caractéristiques de température	39
6.3 Mesurage en présence de vibrations.....	39
6.4 Mesurage au moment du choc	39
6.5 Mesurage en condition de vieillissement accéléré	39
7 Autres éléments à observer	39
8 Divers	39
Annexe A (normative) Méthode de calcul de la quantité de gigue de phase	40
A.1 Généralités	40
A.2 Explication	40
A.3 Relations entre le bruit de phase et la gigue de phase	40
A.4 Commentaire relatif au positionnement théorique de la gigue de phase	42
A.5 Description	42
A.5.1 Généralités	42
A.5.2 Gigue en valeur efficace	43
A.5.3 Gigue crête à crête	43
A.5.4 Gigue aléatoire	44
A.5.5 Gigue déterministe	44
A.5.6 Gigue temporelle (périodique).....	44
A.5.7 Gigue dépendante des données	45

A.5.8	Gigue totale.....	45
A.6	Éléments à prendre en considération lors du mesurage	45
A.6.1	Matériel de mesure	45
A.6.2	Facteurs d'erreurs de mesure	46
	Bibliographie.....	48
	Figure 1 – Mesurage de la gigue de phase avec un oscilloscope d'échantillonnage	33
	Figure 2 – Schéma de principe d'un analyseur de gigue et de dérapage selon l'UIT-T O.172	35
	Figure 3 – Schéma de principe équivalent.....	37
	Figure A.1 – Schéma de principe du bruit de phase à BLU.....	42
	Figure A.2 – Tension par rapport au temps	43
	Figure A.3 – Schéma explicatif de la quantité de gigue appliquée à la gigue en valeur efficace.....	45
	Figure A.4 – Schémas explicatifs de la gigue aléatoire, de la gigue déterministe et de la gigue totale	46
	Tableau 1 – Plage de fréquences de Fourier pour l'essai de bruit de phase	34
	Tableau 2 – Débits binaires normalisés pour différentes applications.....	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DE MESURE DES OSCILLATEURS PIÉZOÉLECTRIQUES, DIÉLECTRIQUES ET ÉLECTROSTATIQUES –

Partie 2: Méthode de mesure de la gigue de phase

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62884-2 a été établie par le comité d'études 49 de l'IEC: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence.

La présente version bilingue (2019-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-08.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 49/1212/CDV et 49/1243/RVC.

Le rapport de vote 49/1243/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62884, publiée sous le titre général *Techniques de mesure des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatique*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous « <http://webstore.iec.ch> » dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'oscillateur à quartz étant une source d'oscillation de fréquence très efficace et très précise, il est largement utilisé dans les domaines tels que le matériel électronique, le matériel de communication, le matériel de mesure et les horloges. De même, récemment, la numérisation de ces matériels a connu une progression rapide. Dans cette situation, la fréquence de l'oscillateur à quartz exige une grande précision, une grande stabilité et une réduction du bruit avec le phénomène d'oscillation. Une gigue de phase est l'une des caractéristiques de bruit dans la caractéristique d'oscillation et un mesurage précis est nécessaire lors de la livraison d'un composant à un client.

Pour une application avancée dans la technologie d'information et de communication électronique (communications avancées par satellite, circuits de commande des véhicules électriques (VE)), il devient nécessaire, pour la méthode de mesure, d'utiliser des lignes directrices communes pour la gigue de phase. Aujourd'hui, la méthode de mesure de la gigue de phase devient également plus importante du point de vue de l'influence électromagnétique (EMI - *electromagnetic influence*).

Le présent document a été restructuré à partir de l'IEC 60679-1:2007 (troisième édition) et de l'IEC 60679-6:2011 (première édition). Les méthodes d'essai des oscillateurs ont été déplacées de l'IEC 60679-6:2011 dans l'IEC 62884 (toutes les parties). Le présent document couvre le mesurage de la gigue de phase.

TECHNIQUES DE MESURE DES OSCILLATEURS PIÉZOÉLECTRIQUES, DIÉLECTRIQUES ET ÉLECTROSTATIQUES –

Partie 2: Méthode de mesure de la gigue de phase

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62884 spécifie les méthodes de mesure et d'évaluation du mesurage de la gigue de phase des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques, y compris les oscillateurs à résonateur diélectrique (DRO – *dielectric resonator oscillators*) et les oscillateurs utilisant un résonateur à ondes acoustiques de volume à couches fines (FBAR – *film bulk acoustic resonator*) (appelés ici « oscillateur ») et donne des recommandations relatives à la gigue de phase permettant de mesurer avec exactitude la gigue efficace.

Dans la méthode de mesure, un matériel ou système de mesure du bruit de phase est utilisé.

NOTE Les oscillateurs à résonateur diélectrique (DRO - *dielectric resonator oscillator*) et les oscillateurs utilisant un FBAR sont à l'étude.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60050-561, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 561: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence*

IEC 60679-1:2017, *Oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques sous assurance de la qualité – Partie 1: spécification générique*

IEC 60469, *Transitions, impulsions et formes d'ondes associées – Termes, définitions et algorithmes*

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

IEC 62884-1:2017, *Techniques de mesure des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques – Partie 1: Méthodes fondamentales pour le mesurage*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités – Partie 1: Généralités*