

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators –
Part 4: Short-term frequency stability test methods**

**Techniques de mesure des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques
et électrostatiques –
Partie 4: Méthodes d'essai de stabilité à court-terme de la fréquence**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-6876-6

**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	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions, units and symbols	5
3.1 Terms and definitions.....	5
3.2 Units and symbols.....	5
4 Short-term frequency stability	6
5 Allan variance (AVAR)	9
6 Allan deviation (ADEV), RMS fractional frequency fluctuations	10
7 Overlapping Allan variance (OAVAR) and overlapping Allan deviation (OADEV).....	11
8 Modified Allan variance (MVAR) and modified Allan deviation (MDEV)	11
9 Hadamard Variance (HVAR)	12
10 Time interval error ($e_{(n)}$).....	12
11 Maximum time interval error ($e_{m(n)}$).....	13
12 Measurement of short-term frequency stability.....	13
12.1 General.....	13
12.2 Method 1: The two oscillators having exactly the same mean frequency	14
12.3 Method 2: frequency offset measurement.....	15
12.4 Method 3: time interval counter	15
12.5 Method 4: direct frequency counter method.....	16
12.6 Method 5: short-term stability computed by integration of phase noise data	16
12.7 Test conditions and precautions.....	17
12.7.1 Considerations for the test setup	17
12.7.2 Stabilization time	17
12.7.3 Supply voltage and control voltage	18
12.7.4 Impact of ambient conditions	19
Bibliography.....	20
Figure 1 – Phasor diagram of carrier and non-correlated amplitude and phase noise	6
Figure 2 – Phasor diagram after suppression of amplitude noise.....	7
Figure 3 – Various noise mechanisms over time	8
Figure 4 – Chart of Allan deviation (ADEV) as a function of τ	11
Figure 5 – Test circuit for method 1	14
Figure 6 – Test circuit for method 2	15
Figure 7 – Time interval counter measurement method.....	16
Figure 8 – Impact of a frequency drift to the measured Allan deviation.....	18
Table 1 – Relation between the areas of different slopes of phase noise and Allan deviation.....	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT TECHNIQUES OF PIEZOELECTRIC, DIELECTRIC AND
ELECTROSTATIC OSCILLATORS –****Part 4: Short-term frequency stability test methods**

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 62884-4 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection.

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

CDV	Report on voting
49/1277/CDV	49/1292/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.

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.

MEASUREMENT TECHNIQUES OF PIEZOELECTRIC, DIELECTRIC AND ELECTROSTATIC OSCILLATORS –

Part 4: Short-term frequency stability test methods

1 Scope

This part of IEC 62884 describes the methods for the measurement and evaluation of the short-term frequency stability tests of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators. Its purpose is to unify the test and evaluation methods for short-term frequency stability.

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*. Available at www.electropedia.org

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

IEC 62884-1, *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	23
1 Domaine d'application	25
2 Références normatives	25
3 Termes, définitions, unités et symboles	25
3.1 Termes et définitions	25
3.2 Unités et symboles.....	26
4 Stabilité à court-terme de la fréquence	26
5 Variance d'Allan (AVAR).....	29
6 Ecart-type d'Allan (ADEV), fluctuations relatives efficaces de fréquence.....	30
7 Variance d'Allan avec recouvrement (OAVAR: <i>Overlapping Allan Variance</i>) et écart-type d'Allan avec recouvrement (OADEV: <i>Overlapping Allan Deviation</i>).....	31
8 Variance d'Allan modifiée (MVAR: <i>Modified Allan Variance</i>) et écart-type d'Allan modifié (MDEV: <i>Modified Allan Deviation</i>).....	32
9 Variance d'Hadamard (HVAR)	32
10 Erreur d'intervalle de temps ($e_{(n)}$).....	32
11 Erreur d'intervalle de temps maximale ($e_{m(n)}$).....	33
12 Mesure de la stabilité à court-terme de la fréquence.....	33
12.1 Généralités	33
12.2 Méthode 1: deux oscillateurs ayant exactement la même fréquence moyenne	34
12.3 Méthode 2: mesure du décalage de la fréquence	35
12.4 Méthode 3: compteur d'intervalle de temps	35
12.5 Méthode 4: méthode du compteur de fréquence directe	36
12.6 Méthode 5: stabilité à court terme calculée par intégration des données de bruit de phase.....	36
12.7 Conditions et précautions d'essai.....	37
12.7.1 Considérations sur le montage d'essai.....	37
12.7.2 Temps de stabilisation	37
12.7.3 Tension d'alimentation et tension de commande	38
12.7.4 Effet des conditions ambiantes	39
Bibliographie.....	40
Figure 1 – Diagramme de phaseur d'une porteuse et de l'amplitude et de la phase non corrélés du bruit.....	26
Figure 2 – Diagramme de phaseur après suppression de l'amplitude du bruit	27
Figure 3 – Différents mécanismes de bruit en fonction du temps.....	28
Figure 4 – Diagramme des écarts-types d'Allan (ADEV) en fonction de τ	31
Figure 5 – Circuit d'essai pour la méthode 1	34
Figure 6 – Circuit d'essai pour la méthode 2	35
Figure 7 – Méthode de mesure du compteur d'intervalle de temps	36
Figure 8 – Effet d'une dérive de fréquence sur l'écart-type d'Allan mesuré.....	38
Tableau 1– Relation entre les régions dont les pentes du bruit de phase et de l'écart-type d'Allan sont différentes.....	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TECHNIQUES DE MESURE DES OSCILLATEURS PIÉZOÉLECTRIQUES,
DIÉLECTRIQUES ET ÉLECTROSTATIQUES –****Partie 4: Méthodes d'essai de stabilité à court-terme de la fréquence**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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 averti de leur existence.

La Norme internationale IEC 62884-4 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.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
49/1277/CDV	49/1292/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62884, publiées sous le titre général *Techniques de mesure des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques*, 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. A 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 cette publication en utilisant une imprimante couleur.

TECHNIQUES DE MESURE DES OSCILLATEURS PIÉZOÉLECTRIQUES, DIÉLECTRIQUES ET ÉLECTROSTATIQUES –

Partie 4: Méthodes d'essai de stabilité à court-terme de la fréquence

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62884 décrit les méthodes de mesure et d'évaluation des essais de stabilité à court terme de la fréquence des oscillateurs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques. Son but est d'unifier les méthodes d'essai et d'évaluation de la stabilité à court terme de la fréquence.

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 – Partie 561: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence*, disponible à l'adresse www.electropedia.org

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 60679-1, *Piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators of assessed quality – Part 1: Generic specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 62884-1, *Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators – Part 1: Basic methods for the measurement* (disponible en anglais seulement)

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