



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Guidelines for the measurement method of nonlinearity for surface acoustic wave (SAW) and bulk acoustic wave (BAW) devices in radio frequency (RF)**

**Lignes directrices pour la méthode de mesure des non-linéarités pour les dispositifs à ondes acoustiques de surface (OAS) et à ondes acoustiques de volume (OAV) pour fréquences radioélectriques (RF)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-1425-1

**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
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
3.1 General terms.....	6
3.2 Response related terms .....	8
3.3 Nonlinearity related terms .....	9
4 Basic properties of nonlinear system .....	10
4.1 Behaviours of nonlinear system .....	10
4.2 Measurement setup for nonlinearity .....	12
4.2.1 Harmonics measurement .....	12
4.2.2 IMD Measurement .....	14
4.3 Influence of circuit impedance for nonlinearity measurement.....	16
4.4 Influence of circuit nonlinearity.....	18
5 Nonlinearity measurement.....	18
5.1 Measurement equipment.....	18
5.1.1 Signal generator and power amplifier.....	18
5.1.2 Spectrum analyser.....	18
5.1.3 Network analyser (optional) .....	19
5.1.4 Accessories .....	19
5.2 Measurement Specifications .....	19
5.3 Measurement procedure .....	21
5.3.1 DUT check.....	21
5.3.2 Setup and check.....	21
5.3.3 Data acquisition.....	21
5.3.4 DUT final check .....	22
5.4 Report.....	22
Bibliography.....	23
Figure 1 – FBAR configuration .....	7
Figure 2 – SMR configuration.....	8
Figure 3 – Fundamental and harmonics output as a function of input signal power.....	12
Figure 4 – Basic setup for the harmonics measurement .....	13
Figure 5 – Practical setup for the harmonics measurement .....	13
Figure 6 – Setup when the circulator/isolator is used .....	14
Figure 7 – Practical setup for the IMD measurement (two-tone test) .....	15
Figure 8 – Practical setup for three-tone measurement.....	16
Figure 9 – Setup for IMD2 measurement of SAW/BAW antenna duplexers.....	16
Figure 10 – Range of deviation resulting from $\delta$ in dB .....	17
Figure 11 – Ideal IMD2 measurement setup for RF SAW/BAW duplexers.....	20
Figure 12 – Setup for the measurement of input signal intensity .....	22
Table 1 – Frequencies $f_a$ and $f_b$ of input signals and target frequency $f_t$ .....	20

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# **GUIDELINES FOR THE MEASUREMENT METHOD OF NONLINEARITY FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) AND BULK ACOUSTIC WAVE (BAW) DEVICES IN RADIO FREQUENCY (RF)**

## 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 62761 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 standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
49/1091/FDIS	49/1098/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.

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

Radio frequency (RF) surface acoustic wave (SAW) and bulk acoustic wave (BAW) devices such as filters and duplexers are now widely used in various communication systems. Due to their small physical size, energy concentration causes generation of nonlinear signals even when relatively small electric power is applied, and they may interfere with the communications.

The features of these RF SAW/BAW devices are their small size, light weight, omission of impedance and/or frequency tuning, high stability and high reliability. Nowadays, RF SAW/BAW devices with low insertion attenuation are widely used in various applications in the RF range.

In such applications, suppression of transmission and generation of unnecessary signals is highly demanded. Since nonlinearity in the RF SAW/BAW devices will generate such signals, its ultimate suppression is always crucial. In the same time, measurement method of nonlinear signals should be well established from industrial points of view.

In passive filters like RF SAW/BAW ones, frequency selectivity is realized by impedance matching/mismatching with peripheral circuitry. Thus impedance of peripheral circuitry shall be set as specified for reliable and reproducible filter characterization. This is also true for non-linear characteristics. It should be noted that even-order non-linearity, which is not common in general passive electronic components, may occur in RF SAW/BAW devices employing piezoelectric materials for electrical excitation and detection of SAWs/BAWs. This is because crystallographic asymmetry is necessary for existence of piezoelectricity. Therefore, measurement methods should be specifically established for non-linear behavior of RF SAW/BAW devices.

This standard has been compiled in response to a generally expressed desire on the part of both users and manufacturers for general Information on test condition guidance of RF SAW/BAW filters, so that the filters may be used to their best advantage. To this end, general and fundamental characteristics have been explained in this standard.

# **GUIDELINES FOR THE MEASUREMENT METHOD OF NONLINEARITY FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) AND BULK ACOUSTIC WAVE (BAW) DEVICES IN RADIO FREQUENCY (RF)**

## **1 Scope**

This International Standard gives the measurement method for nonlinear signals generated in the radio frequency (RF) surface acoustic wave (SAW) and bulk acoustic wave (BAW) devices such as filters and duplexers, which are used in telecommunications, measuring equipment, radar systems and consumer products.

The IEC 62761 includes basic properties of non-linearity, and guidelines to setup the measurement system and to establish the measurement procedure of nonlinear signals generated in SAW/BAW devices.

It is not the aim of this standard to explain theory, nor to attempt to cover all the eventualities which may arise in practical circumstances. This standard draws attention to some of the more fundamental questions, which the user has to consider before he/she places an order for an RF SAW/BAW device for a new application. Such a procedure will be the user's insurance against unsatisfactory performance.

## **2 Normative references**

None

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	25
INTRODUCTION .....	27
1 Domaine d'application .....	28
2 Références normatives .....	28
3 Termes et définitions .....	28
3.1 Termes généraux .....	28
3.2 Termes relatifs à la réponse .....	30
3.3 Termes relatifs à la non-linéarité .....	31
4 Propriétés élémentaires d'un système non-linéaire .....	32
4.1 Comportements d'un système non-linéaire .....	32
4.2 Configuration de mesure pour la non-linéarité .....	35
4.2.1 Mesure des harmoniques .....	35
4.2.2 Mesure de l'IMD .....	36
4.3 Influence de l'impédance du circuit pour la mesure de la non-linéarité .....	38
4.4 Influence de la non-linéarité des circuits .....	40
5 Mesure de non-linéarité .....	40
5.1 Appareil de mesure .....	40
5.1.1 Générateur de signaux et amplificateur de puissance .....	40
5.1.2 Analyseur de spectre .....	41
5.1.3 Analyseur de réseau (facultatif) .....	41
5.1.4 Accessoires .....	42
5.2 Spécifications de mesures .....	42
5.3 Procédure de mesure .....	43
5.3.1 Contrôle du DUT .....	43
5.3.2 Montage et contrôle .....	43
5.3.3 Acquisition de données .....	44
5.3.4 Contrôle final du DUT .....	45
5.4 Rapport .....	45
Bibliographie .....	46
Figure 1 – Configuration d'un FBAR .....	29
Figure 2 – Configuration d'un SMR .....	30
Figure 3 – Sorties des fréquences fondamentales et harmoniques en fonction de la puissance du signal d'entrée .....	34
Figure 4 – Montage de base pour la mesure des harmoniques .....	35
Figure 5 – Montage pratique pour la mesure des harmoniques .....	36
Figure 6 – Montage quand un circulateur/isolateur est utilisé .....	36
Figure 7 – Montage pratique pour la mesure de l'IMD (essai à deux tons) .....	37
Figure 8 – Montage pratique pour la mesure à trois tons .....	38
Figure 9 – Montage pour la mesure d'IMD2 de duplexeurs d'antenne à OAS/OAV .....	38
Figure 10 – Gamme d'écarts liés à $\delta$ en dB .....	40
Figure 11 – Montage de mesure d'un IMD2 idéal pour des duplexeurs RF à OAS/OAV .....	43
Figure 12 – Montage pour la mesure de l'intensité de signal d'entrée .....	44
Tableau 1 – Fréquences $f_a$ et $f_b$ des signaux d'entrée et fréquence cible $f_t$ .....	43

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### LIGNES DIRECTRICES POUR LA MÉTHODE DE MESURE DES NON-LINÉARITÉS POUR LES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) ET À ONDES ACOUSTIQUES DE VOLUME (OAV) POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES (RF)

#### 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 de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62761 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 est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/1091/FDIS	49/1098/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/IEC, Partie 2.

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 l'IEC 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

Les dispositifs à ondes acoustiques de surface (OAS) et à ondes acoustiques de volume (OAV) pour les fréquences radioélectriques (RF), tels que les filtres et les duplexeurs, sont à présent largement utilisés dans divers systèmes de communication. En raison de leur petite taille physique, la concentration de l'énergie est à l'origine de signaux non-linéaires, même lorsque la puissance électrique appliquée est relativement faible, qui peuvent perturber les communications.

Les caractéristiques de ces dispositifs RF à OAS/OAV sont une petite taille, un faible poids, une absence d'impédance et/ou de réglage de fréquence, une grande stabilité et une fiabilité élevée. De nos jours, les dispositifs RF à OAS/OAV présentant un faible affaiblissement d'insertion sont largement utilisés dans différentes applications fonctionnant dans la gamme des fréquences radioélectriques (RF).

Dans de telles applications, il est très important de supprimer la transmission et la génération des signaux inutiles. Puisque la non-linéarité dans les dispositifs RF à OAS/OAV produira de tels signaux, leur suppression finale est toujours cruciale. Dans le même temps, il convient que la méthode de mesure des signaux non-linéaires soit bien établie d'un point de vue industriel.

Dans des filtres passifs tels que les filtres RF à OAS/OAV, la sélectivité en fréquence est obtenue par une adaptation ou une désadaptation d'impédance réalisée par des circuits périphériques. Ainsi, l'impédance des circuits périphériques doit être réglée comme cela est spécifié pour obtenir une caractérisation fiable et reproductible des filtres. Ceci est également vrai pour des caractéristiques non-linéaires. Il convient de noter qu'une non-linéarité d'ordre pair, qui n'est pas commune dans les composants électroniques passifs classiques, peut apparaître dans des dispositifs RF à OAS/OAV utilisant des matériaux piézoélectriques pour l'excitation électrique et la détection des OAS/OAV. En effet, l'asymétrie cristallographique est nécessaire pour que la piézoélectricité existe. Par conséquent, il convient que les méthodes de mesure soient établies spécifiquement pour le comportement non-linéaire des dispositifs RF à OAS/OAV.

La présente norme a été compilée en réponse à une demande d'informations générales sur les lignes directrices relatives aux conditions d'essai des filtres RF à OAS/OAV, couramment exprimée par les utilisateurs et par les fabricants, pour pouvoir utiliser les filtres au mieux. A cette fin, des caractéristiques générales et fondamentales ont été expliquées dans la présente norme.

# **LIGNES DIRECTRICES POUR LA MÉTHODE DE MESURE DES NON-LINÉARITÉS POUR LES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) ET À ONDES ACOUSTIQUES DE VOLUME (OAV) POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES (RF)**

## **1 Domaine d'application**

La présente Norme internationale présente la méthode de mesure pour des signaux non-linéaires générés dans les dispositifs à ondes acoustiques de surface (OAS) et à ondes acoustiques de volume (OAV) pour les fréquences radioélectriques (RF), tels que les filtres et les duplexeurs utilisés dans les télécommunications, les équipements de mesure, les systèmes radar et les produits de grande consommation.

L'IEC 62761 inclut des propriétés de base de la non-linéarité, et des lignes directrices pour installer le système de mesure et pour établir la procédure de mesure des signaux non-linéaires générés dans des dispositifs à OAS/OAV.

La présente norme n'est pas destinée à expliquer la théorie ni à couvrir toutes les situations qui peuvent apparaître dans la pratique. La présente norme attire l'attention sur certains des aspects les plus importants qui l'utilisateur aura à prendre en compte avant de commander un dispositif RF à OAS/OAV pour une nouvelle application. Ainsi, l'utilisateur évitera d'être confronté à des performances non satisfaisantes.

## **2 Références normatives**

Aucune