IEC 62604-2

Edition 3.0 2022-09

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

colour inside

## Surface acoustic wave (SAW) and bulk acoustic wave (BAW) duplexers of assessed quality – Part 2: Guidelines for the use

## Duplexeurs à ondes acoustiques de surface (OAS) et à ondes acoustiques de volume (OAV) sous assurance de la qualité – Partie 2: Lignes directrices d'utilisation

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-4875-1

**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.**

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

# CONTENTS

FOREWORD ..... 4
INTRODUCTION ..... 6
1 Scope ..... 7
2 Normative references ..... 7
3 Terms and definitions ..... 7
3.1 Response characteristics related terms ..... 7
3.2 SAW and BAW duplexers related terms ..... 8
4 Technical considerations ..... 8
5 Fundamentals of SAW and BAW duplexers ..... 8
5.1 Basic function ..... 8
5.1.1 General ..... 8
5.1.2 TX filter response (filter response from TX port to antenna port) ..... 9
5.1.3 RX filter response (filter response from antenna port to RX port) ..... 10
5.1.4 Isolation (isolation from TX port to RX port) ..... 10
5.2 Basic structure ..... 11
5.3 Principle of operation ..... 11
5.4 Diplexer ..... 14
5.5 Multiplexer ..... 15
6 SAW and BAW duplexer characteristics ..... 15
6.1 General conditions for SAW and BAW duplexers ..... 15
6.2 Typical characteristics of SAW and BAW duplexers ..... 18
6.2.1 UMTS duplexer ..... 18
6.2.2 US CDMA duplexer ..... 18
6.2.3 PCS CDMA duplexer ..... 18
6.2.4 LTE Band 1 + Band 3 multiplexer ..... 19
7 Application guidelines ..... 23
7.1 Power durability ..... 23
7.2 Harmonics and inter-modulation distortion ..... 23
7.3 Measurement method for the duplexer ..... 23
7.4 Electrostatic voltage protection ..... 25
Bibliography ..... 26

Figure 1 – Basic duplexer configuration ..... 9
Figure 2 – Basic TX filter response example of SAW and BAW duplexers ..... 10
Figure 3 – Basic RX filter response example of SAW and BAW duplexers ..... 10
Figure 4 – Basic isolation characteristics example of SAW and BAW duplexers ..... 11
Figure 5 – The block diagram of a duplexer ..... 12
Figure 6 – Demanded condition of TX part for duplexers ..... 13
Figure 7 – Phase rotation in TX part ..... 13
Figure 8 – Demanded condition of RX part for duplexers ..... 14
Figure 9 – Basic diplexer configuration ..... 14
Figure 10 – Basic multiplexer configuration ..... 15
Figure 11 – Typical wide range frequency response of TX filter ..... 16
Figure 12 – Typical wide range frequency response of RX filter for upper local system ..... 17

Figure 13 – Phase shifter by microstrip line on the surface of a ceramic package ..... 17
Figure 14 – Lumped element phase shifter ..... 17
Figure 15 – Duplexer configuration ..... 18
Figure 16 – Frequency characteristics of SAW duplexer for UMTS Band 1 system ..... 20
Figure 17 – Frequency characteristics of a SAW duplexer for US CDMA system ..... 21
Figure 18 – Frequency characteristics of BAW duplexer for PCS CDMA system ..... 22
Figure 19 – Frequency characteristics of SAW Band 1 + Band 3 multiplexer for LTE ..... 23
Figure 20 – Four-port-type network analyzer for duplexer measurement ..... 24
Figure 21 – Four-port-type network analyzer for measurement of a balanced RX port duplexer ..... 25

Table 1 – Frequency allocation for typical LTE frequency division duplex (FDD) bands ..... 9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

# SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) AND BULK ACOUSTIC WAVE (BAW) DUPLEXERS OF ASSESSED QUALITY –

## Part 2: Guidelines for the use

## 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.

IEC 62604-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2017. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) the term "cross-isolation" has been added to Clause 3;
b) multiplexers are described.

NOTE In this document, SAW and BAW duplexers are treated simultaneously because both duplexers are used in the same manner, especially in mobile phone systems and have the same requirements of characteristics, test method and so on.

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

| Draft | Report on voting |
|---|---|
| 49/1361/CDV | 49/1376/RVC |

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 62604 series, published under the general title *Surface acoustic wave (SAW) and bulk acoustic wave (BAW) duplexers of assessed quality*, 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 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 document 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

While in 2G systems mainly dielectric duplexers have been used, the ongoing miniaturization in 3G and 4G mobile communication systems promoted the development and application of acoustic wave duplexers due to their small size, light weight and good electrical performance. While standard surface acoustic wave (SAW) duplexers have been employed for applications with moderate requirements regarding the steepness of individual filters, applications with narrow duplex gap (e.g. Bands 2, 3, 8, 25), i.e., the frequency gap between receiving and transmitting bands, require the application of temperature-compensated (TC) SAW or bulk acoustic wave (BAW) technology, because of their better temperature characteristics and resonator Q-factors.

Standard specifications, such as those of IEC, of which these guidelines form a part, and national specifications or detail specifications issued by manufacturers will define the available combinations of centre frequency, pass bandwidth and insertion attenuation for each sort of transmitting and receiving filters and the isolation level between transmitter and receiver ports, etc. These specifications are compiled to include a wide range of SAW and BAW duplexers with standardized performances. It cannot be over-emphasized that the user should, wherever possible, select his duplexers from these specifications, when available, even if it can lead to making small modifications to his circuit to enable the use of standard duplexers. This applies particularly to the selection of the nominal frequency band.

# SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) AND BULK ACOUSTIC WAVE (BAW) DUPLEXERS OF ASSESSED QUALITY –

## Part 2: Guidelines for the use

## 1 Scope

This part of IEC 62604 applies to duplexers which can separate receiving signals from transmitting signals and are key components for two-way radio communications, and which are generally used in mobile phone systems compliant with CDMA systems such as N-CDMA in second generation mobile telecommunication systems (2G), W-CDMA / UMTS (3G) or LTE (4G).

These guidelines draw attention to some fundamental questions about the theory of SAW and BAW duplexers and how to use them, which will be considered by the user before he places an order for SAW and BAW duplexers for a new application. Such a procedure will be the user's insurance against unsatisfactory performance. Because SAW and BAW duplexers have very similar performance for the usage, it is useful and convenient for users that both duplexers are described in one standard.

## 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 60862-1, *Surface acoustic wave (SAW) filters of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 62575-1, *Radio frequency (RF) bulk acoustic wave (BAW) filters of assessed quality – Part 1: Generic specification*

# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 30
INTRODUCTION ..... 32
1 Domaine d'application ..... 33
2 Références normatives ..... 33
3 Termes et définitions ..... 33
3.1 Termes relatifs aux caractéristiques de réponse ..... 33
3.2 Termes relatifs aux duplexeurs à OAS et à OAV ..... 34
4 Aspects techniques ..... 34
5 Aspects fondamentaux des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 34
5.1 Fonction de base ..... 34
5.1.1 Généralités ..... 34
5.1.2 Réponse du filtre TX (réponse du filtre entre l'accès TX et l'accès d'antenne) ..... 35
5.1.3 Réponse du filtre RX (réponse du filtre entre l'accès d'antenne et l'accès RX) ..... 36
5.1.4 Isolation (isolation entre l'accès TX et l'accès RX) ..... 36
5.2 Structure de base ..... 37
5.3 Principe de fonctionnement ..... 37
5.4 Diplexeur ..... 40
5.5 Multiplexeur ..... 41
6 Caractéristiques des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 41
6.1 Conditions générales pour les duplexeurs à OAS et à OAV ..... 41
6.2 Caractéristiques types des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 44
6.2.1 Duplexeur UMTS ..... 44
6.2.2 Duplexeur US-CDMA ..... 44
6.2.3 Duplexeur PCS CDMA ..... 45
6.2.4 Multiplexeur LTE bande 1 + bande 3 ..... 45
7 Lignes directrices d'application ..... 50
7.1 Tenue en puissance ..... 50
7.2 Harmoniques et distorsion d'intermodulation ..... 50
7.3 Méthode de mesure pour le duplexeur ..... 51
7.4 Protection contre la tension électrostatique ..... 52
Bibliographie ..... 53

Figure 1 – Configuration de base d'un duplexeur ..... 35
Figure 2 – Exemple de réponse de base du filtre TX des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 36
Figure 3 – Exemple de réponse de base du filtre RX des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 36
Figure 4 – Exemple de caractéristiques d'isolation principale des duplexeurs à OAS et à OAV ..... 37
Figure 5 – Schéma fonctionnel d'un duplexeur ..... 38
Figure 6 – Condition demandée de la partie TX pour les duplexeurs ..... 39
Figure 7 – Rotation de phase dans la partie TX ..... 39
Figure 8 – Condition demandée de la partie RX pour un duplexeur ..... 40
Figure 9 – Configuration de base d'un diplexeur ..... 40
Figure 10 – Configuration de base d'un multiplexeur ..... 41

Figure 11 – Réponse en fréquence à large bande type du filtre TX ..... 43
Figure 12 – Réponse en fréquence à large bande type du filtre RX pour le système local supérieur ..... 43
Figure 13 – Déphaseur par ligne à microruban sur la surface d'un boîtier en céramique ..... 43
Figure 14 – Déphaseur à éléments localisés ..... 44
Figure 15 – Configuration d'un duplexeur ..... 44
Figure 16 – Caractéristiques de fréquence du duplexeur à OAS pour un système UMTS de la bande 1 ..... 46
Figure 17 – Caractéristiques de fréquence d'un duplexeur à OAS pour le système US-CDMA ..... 48
Figure 18 – Caractéristiques de fréquence d'un duplexeur à OAV pour le système PCS CDMA ..... 49
Figure 19 – Caractéristiques de fréquence d'un multiplexeur LTE à OAS, bande 1 + bande 3 ..... 50
Figure 20 – Analyseur de réseaux à quatre ports pour la mesure d'un duplexeur ..... 51
Figure 21 – Analyseur de réseau à quatre ports pour la mesure d'un duplexeur à accès RX symétrique ..... 52

Tableau 1 – Attribution des fréquences pour les bandes de duplexage par répartition en fréquence (FDD) des systèmes LTE types ..... 35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

# DUPLEXEURS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) ET À ONDES ACOUSTIQUES DE VOLUME (OAV) SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

## Partie 2: Lignes directrices d'utilisation

## 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.

L'IEC 62604-2 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition parue en 2017. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) ajout du terme "isolation de polarisation croisée" à l'Article 3;
b) description des multiplexeurs.

NOTE Dans le présent document, les duplexeurs à OAS et à OAV sont traités simultanément car ces deux duplexeurs sont utilisés de la même manière, en particulier dans les systèmes de téléphonie mobile; ils ont en outre les mêmes exigences de caractéristiques, de méthode d'essai, etc.

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

| Projet | Rapport de vote |
|---|---|
| 49/1361/CDV | 49/1376/RVC |

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62604, publiées sous le titre général *Duplexeurs à ondes acoustiques de surface (OAS) et à ondes acoustiques de volume (OAV) sous assurance de la qualité*, se trouve 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 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 ce document 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

Alors que pour les systèmes 2G, les duplexeurs diélectriques sont majoritairement utilisés, la miniaturisation actuelle des systèmes de communication mobile 3G et 4G a encouragé le développement et l'application de duplexeurs à ondes acoustiques, en raison de leurs petites dimensions, de leur faible poids et de leurs bonnes performances électriques. Tandis que les duplexeurs à ondes acoustiques de surface (OAS) courants sont employés pour des applications dont les exigences sont modérées quant à l'inclinaison des filtres individuels, les applications dont l'écart de duplex est étroit (bandes 2, 3, 8, 25, par exemple), c'est-à-dire l'intervalle de fréquences entre les bandes de réception et d'émission, exigent l'application de technologies OAS ou OAV avec compensation de la température en raison de leurs meilleures caractéristiques de température et de meilleurs facteurs Q de résonateur.

Les spécifications comme celles de l'IEC dont les présentes lignes directrices font partie, les spécifications nationales ou les spécifications particulières des fabricants définissent les combinaisons disponibles de fréquence centrale, de largeur de bande passante et d'affaiblissement d'insertion pour chaque type de filtre d'émission et de réception ainsi que le niveau d'isolation entre les accès d'émission et les accès de réception, etc. Ces spécifications sont compilées afin d'intégrer une large plage de duplexeurs à OAS et à OAV présentant des performances normalisées. Il convient de ce fait de bien conseiller à l'utilisateur de choisir ses duplexeurs, dans la mesure du possible, à l'aide de ces spécifications lorsqu'elles sont disponibles même si cela peut impliquer des modifications mineures de son circuit pour permettre l'utilisation de duplexeurs normalisés. Ceci s'applique en particulier à la sélection de la bande de fréquence nominale.

# DUPLEXEURS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) ET À ONDES ACOUSTIQUES DE VOLUME (OAV) SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

## Partie 2: Lignes directrices d'utilisation

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62604 s'applique aux duplexeurs qui peuvent séparer les signaux en réception des signaux en émission et constituent des composants essentiels pour les radiocommunications bilatérales. Ils sont généralement utilisés dans les systèmes de téléphonie mobile conformes aux systèmes d'accès multiple par répartition en code (AMRC) comme les systèmes N-CDMA des systèmes de télécommunication mobile de seconde génération (2G), les systèmes W-CDMA/UMTS (3G) ou les systèmes LTE (4G).

Les présentes lignes directrices attirent l'attention sur certaines des questions fondamentales concernant la théorie des duplexeurs à OAS et à OAV, et leurs modalités d'utilisation, qui sont à prendre en considération par l'utilisateur avant de commander un duplexeur à OAS ou à OAV pour une nouvelle application. Ainsi, l'utilisateur évite d'être confronté à des performances non satisfaisantes. Dans la mesure où les duplexeurs à OAS et à OAV présentent des performances très similaires dans leur utilisation, il est utile et pratique pour les utilisateurs que les deux types soient décrits dans une seule norme.

## 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 60862-1, *Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS) sous assurance de la qualité – Partie 1: Spécification générique*

IEC 62575-1, *Filtres radiofréquences (RF) à ondes acoustiques de volume (OAV) sous assurance de la qualité – Partie 1: Spécification générique*