

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60862-2

Deuxième édition
Second edition
2002-05

**Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS)
sous assurance de la qualité –**

**Partie 2:
Guide d'utilisation**

**Surface acoustic wave (SAW) filters
of assessed quality –**

**Part 2:
Guidance on use**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XA

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes et définitions	12
3.1 Termes généraux	12
3.2 Caractéristiques de réponse.....	26
3.3 Termes concernant les filtres à OAS	26
4 Remarques préliminaires de nature technique	26
5 Considérations générales sur les filtres transversaux à OAS	28
5.1 Caractéristiques de la réponse en fréquence.....	28
5.2 Méthodes de pondération	30
5.3 Configurations des filtres et leurs caractéristiques générales.....	38
6 Considérations générales sur les filtres à OAS à résonateurs.....	66
6.1 Classification des filtres à OAS à résonateurs	66
6.2 Filtres en échelle et en treillis.....	66
6.3 Filtres à résonateurs couplés	70
6.4 Filtres à résonateurs à multi-transducteurs interdigités (TIDI, multi-TID).....	88
7 Guide d'application.....	88
7.1 Matériaux des substrats et leurs caractéristiques	88
7.2 Application dans les circuits électroniques.....	98
7.3 Utilisation pratique et limitations.....	100
7.4 Niveaux d'entrée	104
8 Remarques pratiques	106
8.1 Signaux de couplage direct.....	106
8.2 Condition d'adaptation d'impédance	108
8.3 Divers.....	108
9 Procédure de commande.....	110
Figure 1 – Réponse en fréquence d'un filtre à OAS.....	30
Figure 2 – Gamme de fréquences applicable et bande passante relative d'un filtre à OAS et d'autres filtres.....	32
Figure 3 - Schéma montrant le passage d'un signal dans un filtre transversal	32
Figure 4 - Configuration fondamentale d'un filtre transversal à OAS.....	34
Figure 5 – Réponse en fréquence du filtre transversal à OAS donné à la figure 4, où f_0 est la fréquence centrale et N est le nombre de paires de doigts du TID.....	34
Figure 6 – Pondération par apodisation obtenue en modifiant la longueur d'emboîtement des doigts.....	36
Figure 7 – Pondération par suppression obtenue par suppression sélective des doigts.....	36
Figure 8 – Pondération série obtenue par la structure en patte de chien.....	36
Figure 9 – Configuration à doigt fendu (électrode double).....	38

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
3.1 General terms	13
3.2 Response characteristics	13
3.3 SAW filter related terms	27
4 Preliminary remarks of a technical nature	27
5 Fundamentals of SAW transversal filters	29
5.1 Frequency response characteristics	29
5.2 Weighting methods.....	31
5.3 Filter configurations and their general characteristics	39
6 Fundamentals of SAW resonator filters.....	67
6.1 Classification of SAW resonator filters.....	67
6.2 Ladder and lattice filters	67
6.3 Coupled resonator filters	71
6.4 Interdigitated interdigital transducer (IIDT) resonator filters	89
7 Application guide.....	89
7.1 Substrate materials and their characteristics	89
7.2 Application to electronics circuits.....	99
7.3 Availability and limitations	101
7.4 Input levels.....	105
8 Practical remarks	107
8.1 Feed-through signals.....	107
8.2 Impedance matching condition	109
8.3 Miscellaneous	109
9 Ordering procedure.....	111
Figure 1 – Frequency response of a SAW filter	31
Figure 2 – Applicable range of frequency and relative bandwidth of the SAW filter and the other filters	33
Figure 3 – Schematic diagram showing signal flow through a transversal filter.....	33
Figure 4 – Basic configuration of a SAW transversal filter	35
Figure 5 – Frequency response of the SAW transversal filter shown in figure 4, where f_0 is the centre frequency and N is the number of finger pairs of the IDT	35
Figure 6 – Apodization weighting obtained by apodizing fingers.....	37
Figure 7 – Withdrawal weighting obtained by selective withdrawal of the fingers.....	37
Figure 8 – Series weighting obtained by the dog-leg structure	37
Figure 9 – Split-finger (double electrode) configuration	39

Figure 10 – Caractéristiques typiques d'un filtre à OAS de fréquence intermédiaire pour l'utilisation dans l'équipement de transmission radio (fréquence nominale égale à 70,0 MHz).....	44
Figure 11 – Caractéristiques typiques d'un filtre à OAS dissymétrique en fréquence (fréquence nominale égale à 58,75 MHz pour une utilisation en fréquence intermédiaire de télévision).....	46
Figure 12 – Filtre à OAS à trois TID.....	46
Figure 13 – Réponse en fréquence typique d'un filtre à OAS dans la gamme des 900 MHz pour une utilisation dans les communications (téléphone portable).....	48
Figure 14 – Schéma d'un filtre à multi-transducteurs interdigités (multi-TID).....	48
Figure 15 – Transducteur unidirectionnel multiphasé.....	50
Figure 16 – Transducteurs unidirectionnels monophasés.....	52
Figure 17 – Caractéristiques en fréquence d'un filtre utilisant des transducteurs unidirectionnels multiphasés.....	54
Figure 18 – Caractéristiques en fréquence d'un filtre utilisant des transducteurs unidirectionnels monophasés.....	54
Figure 19 – Différentes configurations des filtres à réflecteurs.....	58
Figure 20 – Configuration d'un filtre avec le chemin de propagation en Z.....	60
Figure 21 – Configuration d'un filtre à réflecteurs à deux voies.....	60
Figure 22 – Filtre à deux voies à transducteurs unidirectionnels monophasés (TUDM).....	62
Figure 23 – Caractéristiques de fréquence d'un filtre avec le chemin de propagation en Z.....	62
Figure 24 – Caractéristiques de fréquence d'un filtre à réflecteurs à deux voies.....	64
Figure 25 – Caractéristiques de fréquence d'un filtre à réflecteurs à transducteurs unidirectionnels monophasés.....	64
Figure 26 – Structures de filtres en échelle et en treillis.....	72
Figure 27 – Circuit équivalent de la section de base d'un filtre en échelle et d'un filtre en treillis.....	74
Figure 28 – Implantation d'un filtre en échelle.....	74
Figure 29 – Concept de base des filtres en échelle et en treillis.....	76
Figure 30 – Caractéristiques typiques d'un filtre en échelle dans la gamme 1,5 GHz.....	78
Figure 31 – Distribution d'énergie de l'OAS et circuit équivalent d'un filtre à résonateurs couplés transversalement.....	80
Figure 32 – Caractéristiques typiques d'un filtre à résonateurs couplés transversalement.....	82
Figure 33 – Configuration de base et distribution d'énergie de l'OAS d'un filtre à résonateurs couplés longitudinalement.....	84
Figure 34 – Caractéristiques typiques d'un filtre à résonateurs couplés longitudinalement.....	86
Figure 35 – Schéma d'un filtre à résonateurs multi-TID.....	90
Figure 36 – Caractéristiques de fréquence d'un filtre à résonateurs multi-TID dans la gamme 20 MHz.....	90
Figure 37 – Pertes de conversion théoriques minimales pour différents substrats.....	92
Figure 38 – Relation entre la largeur de bande relative et l'affaiblissement d'insertion de divers types de filtre à OAS et leurs largeurs de bande réalisables pour des applications typiques.....	102
Figure 39 – Ondulations dans les caractéristiques d'un filtre à OAS dues à l'ETT ou au signal de couplage direct: $\delta f = 1/(2\tau)$ pour l'ETT et $\delta f = 1/\tau$ pour le signal de couplage direct, où τ est le retard du signal principal de l'OAS.....	104
Tableau 1 – Propriétés de matériaux types pour substrats monocristallins.....	96
Tableau 2 – Propriétés de matériaux types pour substrats à couche mince.....	96
Tableau 3 – Propriétés de matériaux types pour substrats en céramique.....	98

Figure 10 – Typical characteristics of a SAW IF filter for radio transmission equipment (nominal frequency of 70,0 MHz)	45
Figure 11 – Typical characteristics of a frequency asymmetrical SAW filter (nominal frequency of 58,75 MHz for TV-IF use)	47
Figure 12 – SAW three-IDT filter	47
Figure 13 – Typical frequency response of a 900 MHz range SAW filter for communication (mobile telephone use)	49
Figure 14 – Schematic of the IIDT (multi-IDT) filter	49
Figure 15 – Multi-phase unidirectional transducer	51
Figure 16 – Single-phase unidirectional transducers	53
Figure 17 – Frequency characteristics of a filter using multi-phase unidirectional transducers	55
Figure 18 – Frequency characteristics of a filter using single-phase unidirectional transducers	55
Figure 19 – Various reflector filter configurations	59
Figure 20 – Z-path filter configuration	61
Figure 21 – Dual-track reflector filter configuration	61
Figure 22 – SPUDT-based dual-track filter	63
Figure 23 – Frequency characteristics of Z-path filter	63
Figure 24 – Frequency characteristics of dual-track reflector filter	65
Figure 25 – Frequency characteristics of SPUDT-based reflector filter	65
Figure 26 – Structure of ladder and lattice filters	73
Figure 27 – Equivalent circuit of basic section of ladder and lattice filter	75
Figure 28 – Pattern layout of ladder filter	75
Figure 29 – Basic concept of ladder and lattice filter	77
Figure 30 – Typical characteristics of a 1,5 GHz range ladder filter	79
Figure 31 – SAW energy distribution and equivalent circuit of transversely coupled resonator filter	81
Figure 32 – Typical characteristics of a transversely coupled resonator filter	83
Figure 33 – Basic configuration and SAW energy distribution of longitudinally coupled resonator filter	85
Figure 34 – Typical characteristics of a longitudinally coupled resonator filter	87
Figure 35 – Schematic of IIDT resonator filter	91
Figure 36 – Frequency characteristics of a 820 MHz range IIDT resonator filter	91
Figure 37 – Maximum theoretical conversion losses for various substrates	93
Figure 38 – Relationship between relative bandwidth and insertion attenuation for various SAW filters, with the practical SAW filters' bandwidth for their typical applications	103
Figure 39 – Ripples in the characteristics of a SAW filter caused by TTE or feed-through signal: $\delta f = 1/(2t)$ for the TTE, and $\delta f = 1/t$ for the feed-through, where t is the delay of the SAW main signal	105
Table 1 – Properties of typical single-crystal substrate materials	97
Table 2 – Properties of typical thin-film substrate materials	97
Table 3 – Properties of typical ceramic substrate materials	99

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**FILTRES À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS)
SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –**

Partie 2: Guide d'utilisation

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60862-2 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1991 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/542/FDIS	49/550/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 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) FILTERS
OF ASSESSED QUALITY –**
Part 2: Guidance on use

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60862-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1991 and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
49/542/FDIS	49/550/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 3.

La CEI 60862 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS) sous assurance de la qualité*

- Partie 1: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais ¹⁾
- Partie 2: Guide d'utilisation
- Partie 3: Encombrements normalisés ²⁾
- Partie 4: Spécification intermédiaire – Agrément de savoir-faire (à l'étude)
- Partie 4-1: Spécification particulière cadre – Agrément de savoir-faire (à l'étude)

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

¹⁾ Une deuxième édition (spécification générique) est à l'étude.

²⁾ Une deuxième édition est à l'étude.

IEC 60862 consists of the following parts, under the general title *Surface acoustic wave (SAW) filters of assessed quality*

- Part 1: General information, standard values and test conditions ¹⁾
- Part 2: Guidance on use
- Part 3: Standard outlines ²⁾
- Part 4: Sectional specification – Capability approval (under consideration)
- Part 4-1: Blank detail specification – Capability approval (under consideration)

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

¹⁾ A second edition (generic specification) is under consideration.

²⁾ A second edition is under consideration.

INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60862 est un guide d'emploi pratique des filtres à OAS pour l'utilisation dans les télécommunications, dans les équipements de mesure, les systèmes radars et les produits de grande consommation. Il convient de se reporter à la CEI 60862-1 pour les informations générales, les valeurs normalisées et les conditions d'essais.

Les filtres à OAS sont caractérisés par leurs petites dimensions, leur faible poids, leur stabilité et leur fiabilité élevées qui n'exigent pas d'ajustage. Les filtres à OAS apportent de nouvelles caractéristiques et étendent le champ d'application des filtres à quartz et des filtres à céramique. Au début, les filtres à OAS étaient constitués de filtres transversaux comportant deux transducteurs interdigités (TID). Bien que les filtres transversaux à OAS aient un affaiblissement d'insertion minimal relativement plus élevé, ils ont d'excellentes caractéristiques d'amplitude et de phase. De nombreuses études ont été effectuées pour réduire l'affaiblissement d'insertion minimal, tel que des configurations de filtres à résonateurs, à transducteurs interdigités unidirectionnels (TUD) et à multi-transducteurs interdigités (multi-TID). Actuellement, divers types de filtres à OAS avec un faible affaiblissement d'insertion sont largement répandus dans de nombreuses applications et sont disponibles dans la gamme du gigahertz.

La présente norme a été établie pour répondre à un désir régulièrement exprimé, de la part des utilisateurs et des fabricants de disposer d'un guide d'emploi de filtres à OAS, afin qu'ils puissent être utilisés à bon escient. A cette fin, les caractéristiques générales et fondamentales y sont expliquées.

INTRODUCTION

This part of IEC 60862 gives practical guidance on the use of SAW filters which are used in telecommunications, measuring equipment, radar systems and consumer products. IEC 60862-1 should be referred to for general information, standard values and test conditions.

The features of these SAW filters are their small size, light weight, adjustment-free, high stability and high reliability. SAW filters add new features and applications to the field of crystal filters and ceramic filters. At the beginning, SAW filters meant transversal filters which have two interdigital transducers (IDT). Although SAW transversal filters have a relatively higher minimum insertion attenuation, they have excellent amplitude and phase characteristics. Extensive studies have been made to reduce minimum insertion attenuation, such as resonator filter configurations, unidirectional interdigital transducers (UDT), interdigitated interdigital transducers (IIDT). Nowadays, various kinds of SAW filters with low insertion attenuation are widely used in various applications and SAW filters are available in the gigahertz range.

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

FILTRES À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) SOUS ASSURANCE DE LA QUALITÉ –

Partie 2: Guide d'utilisation

1 Domaine d'application

Les filtres à OAS sont maintenant largement répandus dans de nombreuses applications telles que les appareils de télévision, les communications par fibres optiques, les communications par satellite, les communications mobiles, etc. Bien que ces filtres à OAS aient des spécifications différentes, bon nombre d'entre eux peuvent être regroupés dans quelques catégories fondamentales.

Cette partie de la CEI 60862 englobe les divers types de configuration de filtre dont la gamme de fréquences de fonctionnement s'étend approximativement de 10 MHz à 3 GHz et la largeur de bande relative est d'environ 0,02 % à 100 % de la fréquence centrale.

Cette norme n'a pas pour but de développer des notions théoriques ni de couvrir tous les cas qui peuvent se poser en pratique. Cette norme attire l'attention sur certaines questions plus fondamentales qu'il convient que l'utilisateur examine avant de commander un filtre à OAS pour une nouvelle application. Une telle procédure servira de garantie à l'utilisateur en cas de fonctionnement non satisfaisant.

Les spécifications normalisées, données dans la CEI 60862, ainsi que les spécifications nationales ou les spécifications particulières, publiées par les fabricants, déterminent les combinaisons possibles de fréquence nominale, de largeur de la bande passante, d'ondulation, de facteur de forme, d'impédance de charge, etc. Ces spécifications sont groupées pour couvrir une large gamme de filtres à OAS possédant des caractéristiques normalisées. On ne saurait trop insister sur le fait qu'il convient que l'utilisateur, chaque fois que cela est possible, choisisse ses filtres à OAS à partir de ces spécifications, quand elles sont disponibles, même si cela peut l'amener à apporter de légères modifications à son circuit, pour permettre l'emploi de filtres normalisés. Ceci s'applique particulièrement à la sélection de la fréquence nominale.

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).

CEI 60368-2-1:1988, *Filtres piézoélectriques – Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres piézoélectriques – Section un: Filtres à quartz*

CEI 60862 (toutes les parties), *Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS) sous assurance de la qualité*

SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) FILTERS OF ASSESSED QUALITY –

Part 2: Guidance on use

1 Scope

SAW filters are now widely used in a variety of applications such as TV, satellite communications, optical fibre communications, mobile communications and so on. While these SAW filters have various specifications, many of them can be classified within a few fundamental categories.

This part of IEC 60862 includes various kinds of filter configuration, of which the operating frequency range is from approximately 10 MHz to 3 GHz and the relative bandwidth is about 0,02 % to 100 % of the centre frequency.

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 should be considered by the user before he places an order for a SAW filter for a new application. Such a procedure will be the user's insurance against unsatisfactory performance.

Standard specifications, given in IEC 60862, and national specifications or detail specifications issued by manufacturers, define the available combinations of nominal frequency, pass bandwidth, ripple, shape factor, terminating impedance, etc. These specifications are compiled to include a wide range of SAW filters with standardized performances. It cannot be over-emphasized that the user should, wherever possible, select his SAW filters from these specifications, when available, even if it may lead to making small modifications to his circuit to enable standard filters to be used. This applies particularly to the selection of the nominal frequency.

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 60368-2-1:1988, *Piezoelectric filters – Part 2: Guide to the use of piezoelectric filters – Section One: Quartz crystal filters*

IEC 60862 (all parts), *Surface acoustic wave (SAW) filters of assessed quality*