

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60862-2

Première édition
First edition
1991-02

Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS)

**Deuxième partie:
Guide d'emploi des filtres à ondes
acoustiques de surface
(Chapitre III)**

Surface acoustic wave (SAW) filters

**Part 2:
Guide to the use of surface acoustic wave filters
(Chapter III)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60862-2: 1991

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60862-2

Première édition
First edition
1991-02

Filtres à ondes acoustiques de surface (OAS)

**Deuxième partie:
Guide d'emploi des filtres à ondes
acoustiques de surface
(Chapitre III)**

Surface acoustic wave (SAW) filters

**Part 2:
Guide to the use of surface acoustic wave filters
(Chapter III)**

© IEC 1991 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
 Chapitre III: Guide d'emploi des filtres à ondes acoustiques de surface	
Articles	
1 Introduction	6
2 Domaine d'application	6
3 Introduction technique	8
4 Considérations générales des filtres à OAS	8
4.1 Caractéristiques de la réponse en fréquence	8
4.2 Méthodes de pondération	10
4.3 Configuration des filtres	10
5 Caractéristiques fondamentales des filtres	18
5.1 Caractéristiques générales	18
5.2 Matériaux des substrats et leurs caractéristiques	20
5.3 Application dans les circuits électroniques	32
5.4 Faisabilité et limitations	36
5.5 Niveaux d'entrée	40
6 Remarques pratiques	42
6.1 Signaux de couplage direct	42
6.2 Echo de triple transit (ETT)	42
7 Procédure pour la commande	42
8 Termes et définitions	48
8.1 Termes généraux	48
8.2 Caractéristiques de réponse	54
8.3 Termes concernant les filtres à OAS	60
Annexe A - Bibliographie	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
 Chapter III: Guide to the use of surface acoustic wave filters	
Clause	
1 Introduction	7
2 Scope	7
3 Technical introduction	9
4 Fundamentals of SAW filters	9
4.1 Frequency response characteristics	9
4.2 Weighting methods	11
4.3 Filter configurations	11
5 Basic filter characteristics	19
5.1 General characteristics	19
5.2 Substrate materials and their characteristics	21
5.3 Application to electronic circuits	33
5.4 Availability and limitations	37
5.5 Input levels	41
6 Practical remarks	43
6.1 Feedthrough signals	43
6.2 Triple transit echo (TTE)	43
7 Ordering procedure	43
8 Terms and definitions	49
8.1 General terms	49
8.2 Response characteristics	55
8.3 SAW filter related terms	61
Appendix A - Bibliography	62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES A ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS)

Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres à ondes acoustiques de surface (Chapitre III)

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la Règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 49 de la CEI: Dispositifs piézo-électriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Elle constitue la deuxième partie, qui comprend le chapitre III: Guide d'emploi des filtres à ondes acoustiques de surface, d'une série complète des publications traitant des filtres à ondes acoustiques de surface (OAS).

La première partie, comprenant le chapitre I: Informations générales et valeurs normalisées, et le chapitre II: Conditions d'essais, est publiée comme Publication 862-1 de la CEI.

La troisième partie: Encombrements normalisés (Chapitre IV), est parue comme Publication 862-3 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
49(BC)201	49(BC)212

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) FILTERS

Part 2: Guide to the use of surface acoustic wave filters

(Chapter III)

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric devices for frequency control and selection.

It constitutes Part 2 containing Chapter III: Guide to the use of surface acoustic wave filters, of a series of publications dealing with surface acoustic wave (SAW) filters.

Part 1, containing Chapter I: General information and standard values and Chapter II: Test conditions, is issued as IEC Publication 862-1.

Part 3: Standard outlines (Chapter IV) is issued as IEC Publication 862-3.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
49(CO)201	49(CO)212

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

FILTRES A ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS)

Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres à ondes acoustiques de surface (Chapitre III)

1 Introduction

Ce chapitre est un guide d'emploi pratique des filtres à OAS pour utilisation dans les télécommunications, dans les équipements de mesure, les systèmes radars et les produits de consommation. On se reportera aux chapitres précédents pour les informations générales, les valeurs normalisées et les conditions d'essais.

Les filtres à OAS sont caractérisés par leur petite dimension, leur faible poids, leur stabilité et leur fiabilité élevées. Les filtres à OAS apportent de nouvelles propriétés et étendent le champ d'application des filtres à quartz et des filtres à céramique. Non seulement la caractéristique d'amplitude mais également la caractéristique de phase des filtres à OAS peuvent être conçues indépendamment l'une de l'autre. Ces filtres peuvent fonctionner dans la gamme des gigahertz. Ces particularités ne peuvent être obtenues avec des filtres classiques.

La présente norme a été établie pour répondre à un désir généralement exprimé, tant par les utilisateurs que par les fabricants, de disposer d'un guide pour l'emploi des filtres à OAS, afin qu'ils puissent être utilisés au mieux. Pour cette raison, les caractéristiques générales et fondamentales sont expliquées dans ce guide.

2 Domaine d'application

Les filtres à OAS sont maintenant largement utilisés dans une large gamme d'applications telles que fréquence intermédiaire pour TV, communications par fibres optiques, appareillage de mesure, etc. Bien que ces filtres à OAS aient des spécifications différentes, beaucoup peuvent être classés dans quelques catégories fondamentales.

Le domaine d'application de ce guide est limité aux filtres transversaux à OAS dont la gamme de fréquences de fonctionnement s'étend approximativement de 10 MHz à 2 GHz et la largeur de bande relative est environ de 1 % à 30 % de la fréquence centrale.

Ce guide n'a pas pour but de développer des notions théoriques ni de couvrir tous les cas qui peuvent se poser en pratique. Ce guide attire l'attention sur quelques-unes des questions fondamentales que l'utilisateur devrait examiner avant de commander un filtre à OAS pour une application nouvelle. Une telle procédure servira de garantie à l'utilisateur pour un fonctionnement satisfaisant.

Les spécifications normalisées, telles que celles de la norme de la CEI, dont ce guide fait partie, ainsi que les spécifications nationales ou les spécifications particulières, publiées par les fabricants, détermineront 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 que l'utilisateur devrait, chaque fois que cela est possible, choisir ses filtres à OAS à partir de

SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) FILTERS

Part 2: Guide to the use of surface acoustic wave filters

(Chapter III)

1 Introduction

This chapter gives practical guidance on the use of SAW filters which are used in telecommunications, measuring equipment, radar systems and consumer products. Refer to preceding chapters for general information, standard values, and test conditions.

The features of these SAW filters are small size, light weight, adjustment-free, high stability and high reliability. The SAW filters add new features and applications to the field of crystal filters and ceramic filters. Both amplitude and phase characteristics for SAW filters can be designed independently. SAW filters are operable in the GHz range. These features have not been achievable with conventional filters.

This standard has been compiled in response to a generally expressed desire on the part of both users and manufacturers for a guide to 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 in this guide.

2 Scope

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

The scope of this guide is limited to transversal SAW filters, for which the operating frequency range is from approximately 10 MHz to 2 GHz and the relative bandwidth is about 1 % to 30 % of the centre frequency.

It is not the aim of this guide to explain theory, nor to attempt to cover all the eventualities which may arise in practical circumstances. This guide 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, such as those in the IEC standard of which this guide forms a part, and national specifications or detail specifications issued by manufacturers, will 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

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. Tel est particulièrement le cas dans la sélection de la fréquence nominale.

3 Introduction technique

Il est du plus grand intérêt pour l'utilisateur que les caractéristiques d'un filtre satisfassent à une spécification particulière. Le choix des réseaux d'adaptation et de filtres à OAS pour satisfaire à cette spécification doit être agréé par l'utilisateur et le fabricant.

Les caractéristiques du filtre sont habituellement exprimées par l'affaiblissement d'insertion et le retard de groupe en fonction de la fréquence, comme il est montré à la figure 1. Une méthode normalisée pour la mesure de l'affaiblissement d'insertion et de retard de groupe est décrite au paragraphe 4.1 du chapitre II. Dans certaines applications, des caractéristiques telles que le retard de phase sont également importantes.

Les caractéristiques de l'affaiblissement d'insertion sont en plus spécifiées par la fréquence nominale, l'affaiblissement d'insertion minimal, l'ondulation dans la bande passante et le facteur de forme. On doit satisfaire à la spécification entre les températures minimales et maximales de la gamme de températures de fonctionnement spécifiée ainsi qu'avant et après les essais d'environnement.

4 Considérations générales des filtres à OAS

4.1 Caractéristiques de la réponse en fréquence

Une brève description des filtres à OAS est donnée afin d'aider les utilisateurs qui ne sont pas familiers avec ces filtres à comprendre leurs caractéristiques et leurs principes de fonctionnement. Le filtre à OAS utilise une onde acoustique de surface, par exemple l'onde appelée onde de Rayleigh. L'énergie mécanique transportée par l'onde est concentrée dans une région de surface de l'ordre d'une longueur d'onde en profondeur. Cette onde se propage dans un solide à la vitesse de 10^3 à 10^4 m/s, ce qui donne la possibilité de faire des opérations de filtrage dans les régions VHF et UHF pour les filtres à OAS usuels. Le filtre à OAS a une structure plane dans laquelle des électrodes sont déposées sur la surface d'un substrat piézoélectrique, la disposition judicieuse des électrodes fournissant un moyen de conversion entre les ondes acoustiques de surface et les signaux électriques.

Le filtre à OAS est classé comme filtre transversal. La figure 2 est un schéma montrant le passage du signal dans un filtre transversal. Le filtre consiste en N noeuds séparés par des retards D_n . Chaque noeud est pondéré par un coefficient A_n . Le filtrage est atteint par passage du signal au travers d'un certain nombre de lignes à retard puis par addition de ces signaux retardés. Les retards correspondent aux positions des doigts du transducteur interdigité sur un substrat. Les coefficients correspondent aux coefficients de pondération appliqués aux doigts du TID. La réponse en fréquence du filtre $H(f)$ est donnée par une transformation de Fourier discrète exprimée par l'équation suivante à la fréquence f :

$$H(f) = \sum_{n=1}^N A_n \exp(-j 2\pi f T_n), \quad T_n = \sum_{i=1}^n D_i$$

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.

3 Technical introduction

It is of prime interest to a user that the filter characteristics should satisfy a particular specification. The selection of tuning networks and SAW filters to meet that specification should be a matter of agreement between user and manufacturer.

Filter characteristics are usually expressed in terms of insertion attenuation and group delay as functions of frequency, as shown in Figure 1. A standard method for measuring insertion attenuation and group delay is described in Sub-clause 4.1 of Chapter II. In some applications, such characteristics as phase delay are also important.

Insertion attenuation characteristics are further specified by nominal frequency, minimum insertion attenuation, pass-band ripple and shape factor. The specification is to be satisfied between the lowest and highest temperatures of the specified operating temperature range and before and after environmental tests.

4 Fundamentals of SAW filters

4.1 Frequency response characteristics

A brief description of SAW filters is given here to help users unfamiliar with these filters to understand their operating principles and characteristics. The SAW filter uses a surface acoustic wave, e.g. the so-called Rayleigh wave. The mechanical energy transported by the wave is concentrated in a surface region of the order of a wavelength in depth. The wave travels in a solid at a velocity, 10^3 to 10^4 m/s, which offers the possibility of filtering operations in the VHF and UHF regions in practical SAW filters. The SAW filter has a planar structure, in which electrodes are formed on one surface of a piezoelectric substrate, incorporating a suitable configuration of electrodes as a means of conversion between surface acoustic waves and electrical signals.

The SAW filter is classified as a transversal filter. Figure 2 is a diagram showing the signal flow through a transversal filter. The filter consists of N taps separated by delays D_n . Each tap is weighted by a coefficient A_n . Filtering is achieved by passing the signal through a number of delay paths and adding these delayed signals. The delays correspond with the positions of IDT fingers on a substrate. The coefficients correspond with weighting coefficients given to the IDT fingers. The frequency response of the filter $H(f)$ is given by a discrete Fourier transformation, expressed as the following equation at a frequency f :

$$H(f) = \sum_{n=1}^N A_n \exp(-j 2\pi f T_n), \quad T_n = \sum_{i=1}^n D_i$$

où T_n est le retard accumulé au n -ième noeud. La caractéristique d'amplitude, ainsi que la caractéristique de phase d'un filtre transversal sont données par deux groupes de variables: les coefficients de pondération A_n et les retards D_n entre les noeuds d'échantillonnage.

Le filtre à OAS est essentiellement constitué d'une paire de transducteurs sur un substrat piézoélectrique comme il est montré à la figure 3. Lorsqu'un signal électrique est appliqué au TID d'entrée, l'onde de surface est engendrée par effet piézoélectrique et se propage le long de la surface du substrat. L'onde de surface est de nouveau convertie en un signal électrique par le transducteur interdigité de sortie. Lorsque la période spatiale $2d$ d'un TID est uniforme, l'efficacité maximale de conversion est atteinte à la fréquence pour laquelle l'onde de surface se propage pendant une période de transducteur en synchronisation avec une période du signal RF. La fréquence centrale f_0 du TID est donnée par la condition de synchronisation:

$$2df_0 = v$$

où v est la vitesse de l'OAS. Lorsque le filtre à OAS possède deux transducteurs identiques, sa réponse en fréquence est celle qui est montrée à la figure 4. La fonction de transfert $T(f)$ est exprimée approximativement par:

$$T(f) = (\sin x / x)^2$$

où $x = N\pi(f - f_0)/f_0$ et N est le nombre des paires de doigts.

4.2 Méthodes de pondération

Le TID fonctionne comme une sorte de filtre transversal à N noeuds de pondération. Plusieurs méthodes de pondération sont applicables, par exemple, l'apodisation, la pondération par suppression et la pondération série (en patte de chien).

a) Pondération par apodisation

Un transducteur apodisé, comme celui montré à la figure 5, est utilisé le plus souvent pour obtenir la pondération. L'onde acoustique est engendrée ou détectée seulement dans les régions où les électrodes adjacentes de polarité opposée s'emboîtent.

b) Pondération par suppression

La pondération est atteinte par une suppression sélective des électrodes, comme cela est montré à la figure 6, pour obtenir la fonction de pondération désirée.

c) Pondération série (patte de chien)

La pondération est obtenue en divisant la tension par découpage de chaque paire d'électrodes comme il est montré à la figure 7.

4.3 Configuration des filtres

Dans certains cas, la configuration avec doigt fendu (électrode double), comme montré à la figure 8, est utilisée pour réduire les réflexions sur les électrodes métalliques. Une telle géométrie annule pour chaque paire de doigts les réflexions individuelles causées par la discontinuité des impédances acoustiques.

where T_n is the accumulated delay at the n -th tap. Both amplitude and phase characteristics of the transversal filter are given by two sets of variables: weighting coefficients A_n and delays D_n of the sampling taps.

The SAW filter is essentially constructed with a pair of transducers on a piezoelectric substrate as shown in Figure 3. When an electrical signal is applied to the input IDT, the surface wave is generated by means of the piezoelectric effect and propagates along the substrate surface. The surface wave is converted again into an electrical signal at the output IDT. If the IDT spatial period $2d$ is uniform, maximum efficiency can be achieved at the frequency for which the surface wave propagates one transducer period synchronously in one RF signal period. The centre frequency f_0 of the IDT is given by this synchronization condition,

$$2df_0 = v$$

where v is the SAW velocity. When the SAW filter has two identical transducers, its frequency response is as shown in Figure 4. The transfer function $T(f)$ is approximately expressed as

$$T(f) = (\sin x / x)^2$$

where $x = N\pi(f - f_0)/f_0$ and N is the number of finger pairs.

4.2 Weighting methods

The IDT operates as a kind of transversal filter with N taps for the weighting. A number of weighting methods are applicable, e.g. apodization, withdrawal and series (dogleg) weighting.

a) Apodization weighting

An apodized transducer, as shown in Figure 5, is most commonly used to achieve weighting. An acoustic wave is generated or detected only in regions where adjacent electrodes of opposite polarity overlap.

b) Withdrawal weighting

Weighting is achieved by selectively withdrawing electrodes, as illustrated in Figure 6, to equate with the desired weighting function.

c) Series (dogleg) weighting

Weighting is achieved by dividing the voltage by segmenting each electrode pair, as shown in Figure 7.

4.3 Filter configurations

In some cases, the split finger (double electrode) configuration, as shown in Figure 8, is used to reduce reflections at the metal electrodes. With this geometry, the individual reflections, caused by the discontinuity in acoustic impedances, are cancelled in each finger pair.

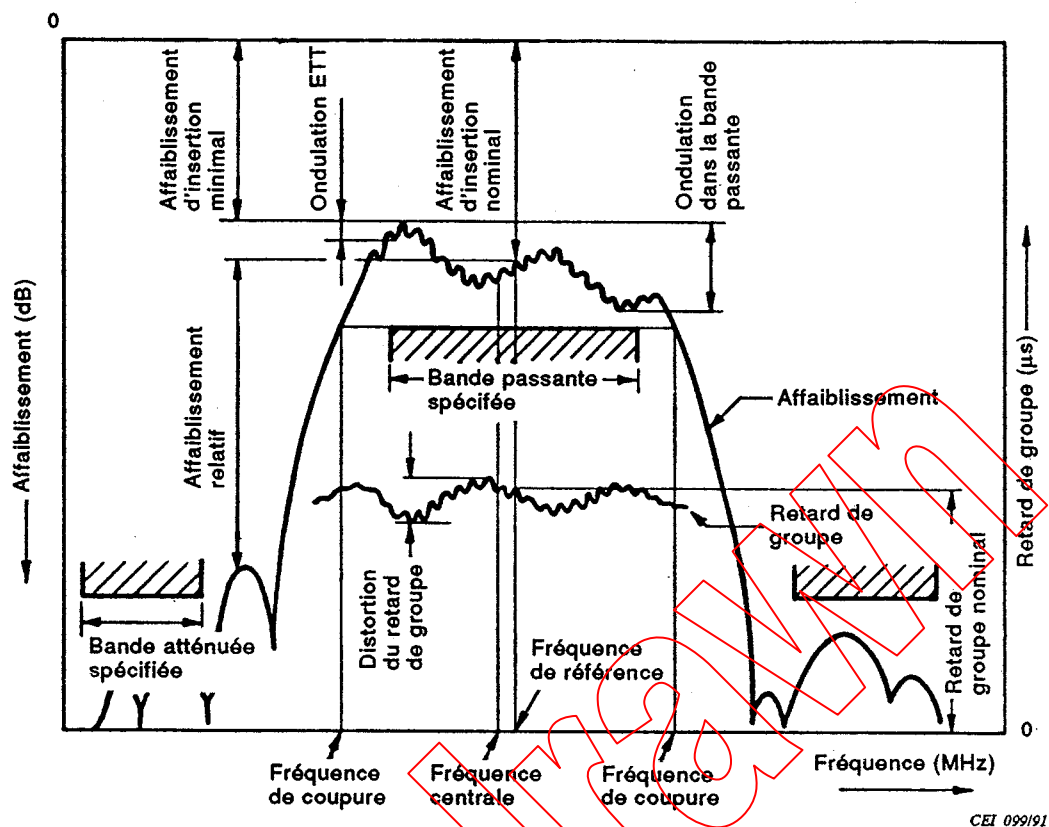


Figure 1 - Réponse en fréquence d'un filtre à OAS

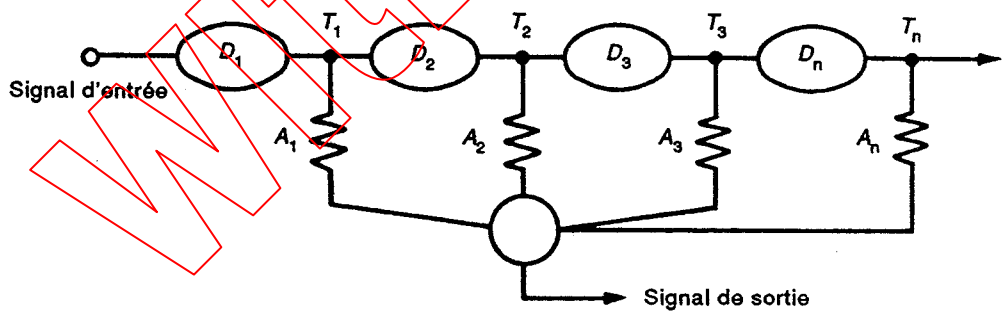


Figure 2 - Schéma montrant le passage d'un signal dans un filtre transversal

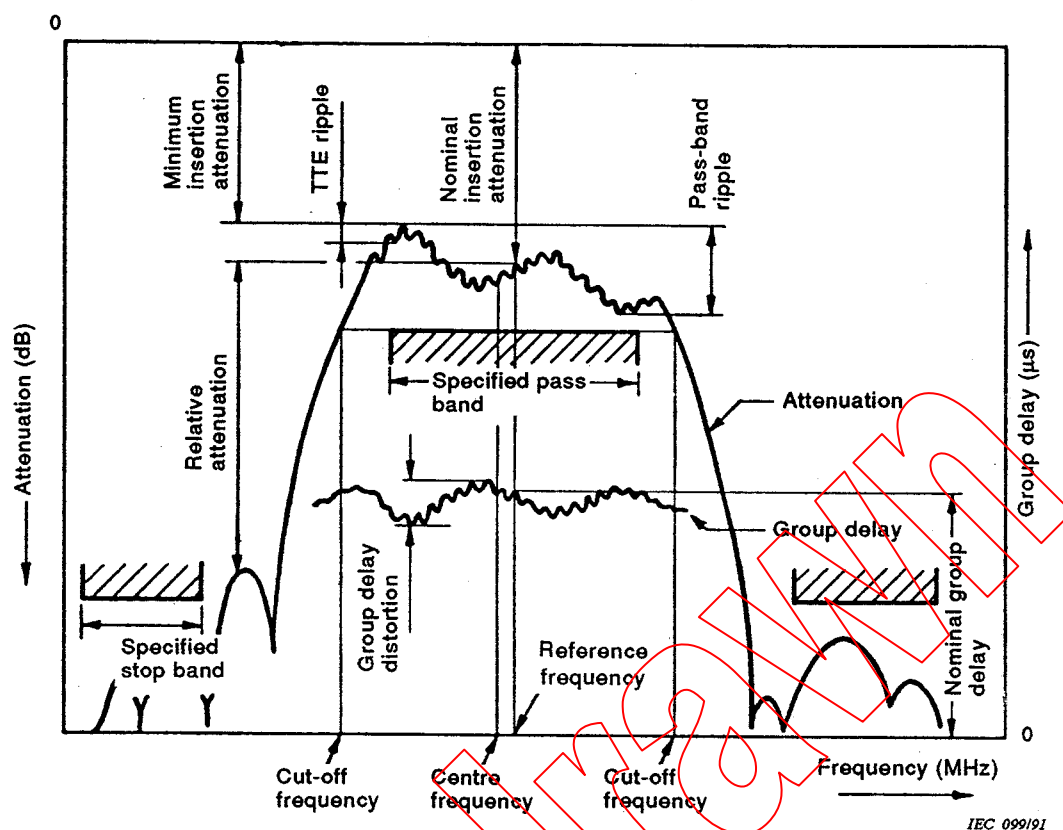


Figure 1 - Frequency response of a SAW filter

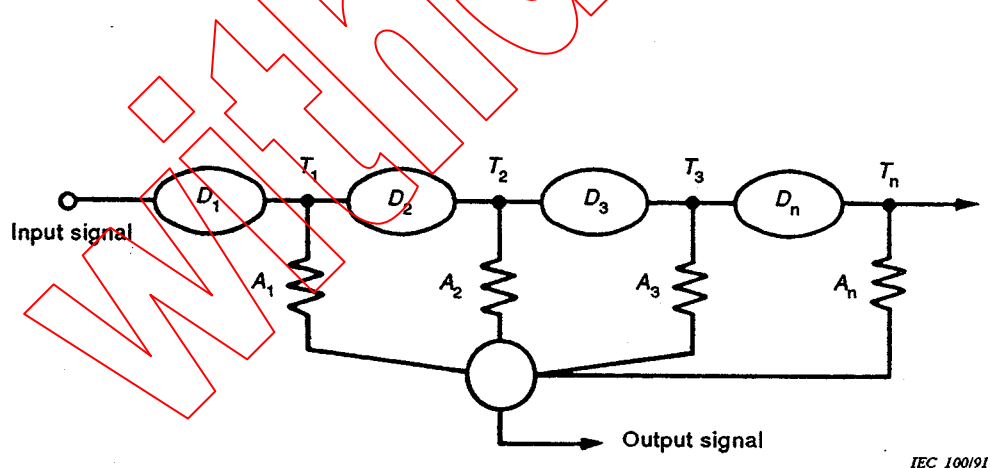


Figure 2 - Schematic diagram showing signal flow through a transversal filter

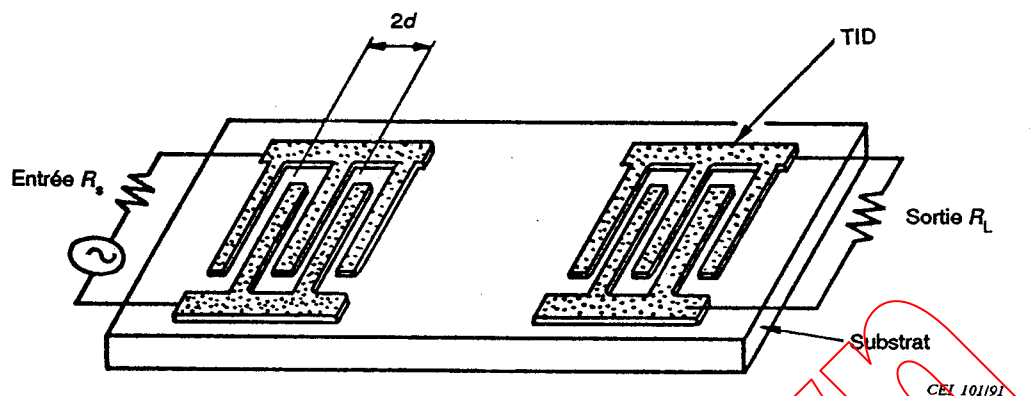


Figure 3 - Configuration fondamentale d'un filtre à OAS

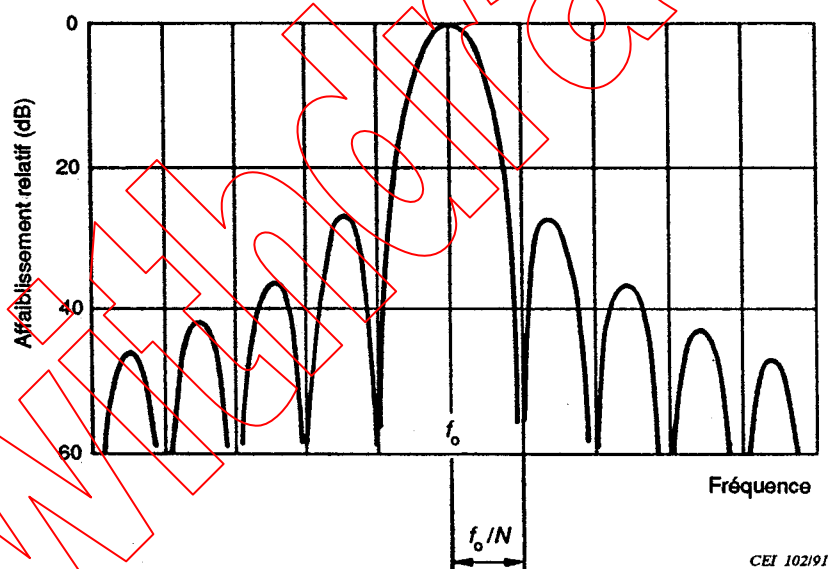


Figure 4 - Réponse en fréquence du filtre à OAS montré à la figure 3, où f_0 est la fréquence centrale et N est le nombre de paires de doigts du TID

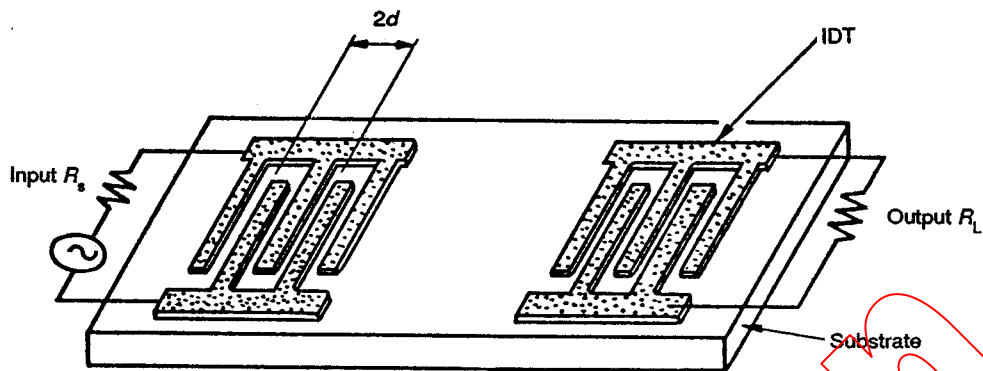


Figure 3 - Basic configuration of a SAW filter

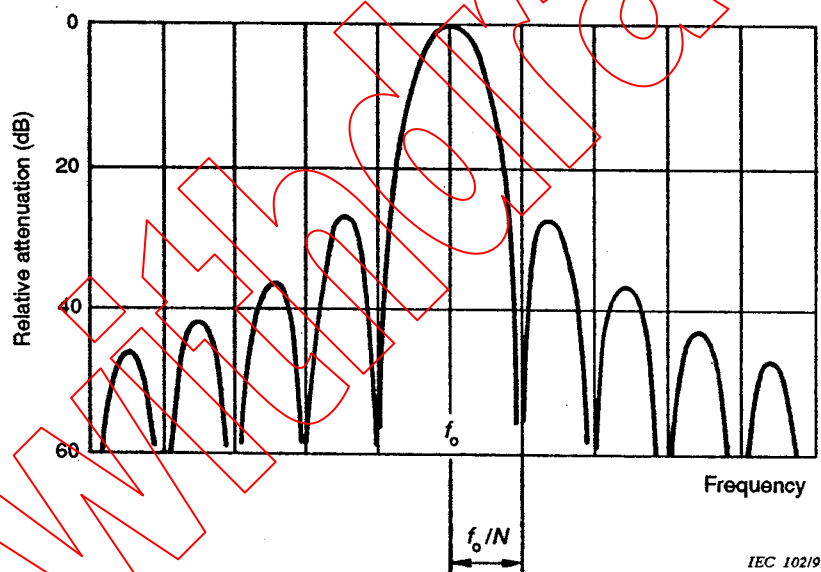


Figure 4 - Frequency response of the SAW filter shown in Figure 3, where f_0 is the centre frequency and N is the number of finger pairs of the IDT



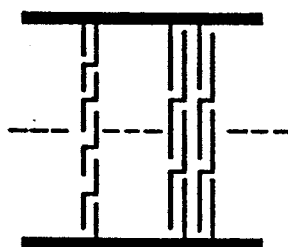
CEI 103/91

Figure 5 - Pondération par apodisation obtenue en modifiant la longueur d'emboîtement des doigts



CEI 104/91

Figure 6 - Pondération par suppression obtenue par suppression sélective des doigts



CEI 105/91

Figure 7 - Pondération série obtenue par la structure en patte de chien



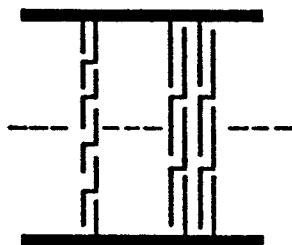
IEC 103/91

Figure 5 - Apodization weighting obtained by apodizing the fingers



IEC 104/91

Figure 6 - Withdrawal weighting obtained by selective withdrawal of the fingers



IEC 105/91

Figure 7 - Series (dogleg) weighting obtained by the dogleg structure

La perte bidirectionnelle est l'une des pertes principales. Un TID normal transmet et reçoit l'OAS dans respectivement deux directions opposées. Par exemple, un TID émetteur convertit le signal électrique en OAS. L'OAS se propage non seulement vers l'avant, mais aussi vers l'arrière avec la même intensité. Un TID récepteur ordinaire recevra l'une ou l'autre avec la même efficacité, ce qui signifie que les valeurs des pertes bidirectionnelles peuvent être estimées à 3 dB sur le TID émetteur et sur le récepteur. En conséquence, la perte bidirectionnelle est égale à 6 dB dans les filtres à OAS ordinaires. Comme il est montré à la figure 9, un filtre à trois TID comporte deux TID récepteurs de part et d'autre d'un TID transmetteur. L'affaiblissement d'insertion peut être alors améliorée de 3 dB.

Pour réduire un peu plus l'affaiblissement d'insertion, il est également possible d'utiliser des transducteurs unidirectionnels. Le TUD (transducteur interdigité unidirectionnel) triphasé et le TUD à doigts en paquets sont utilisés comme techniques typiques de réalisation de transducteurs unidirectionnels à OAS. Le TUD triphasé utilise trois doigts par longueur d'onde et est excité par une source de signal triphasée. Comme il est montré à la figure 10, le TUD à doigts en paquets se compose de paquets de doigts avec seulement un petit nombre de paires d'électrodes et un nombre identique d'électrodes décalées d'un quart de longueur d'onde. Les premières sont excitées directement et les secondes sont excitées par une source de signal passant par un déphaseur à 90°. L'OAS se propage alors dans une seule direction.

5 Caractéristiques fondamentales des filtres

5.1 Caractéristiques générales

Le texte ci-après est un résumé succinct des caractéristiques de différents types de filtres à OAS. Il existe aussi des filtres à réflecteurs d'OAS incorporés, c'est-à-dire ceux qui sont appelés filtres à résonateurs. Cependant, de tels filtres sont en dehors du domaine d'application de ce guide.

a) *Filtre passe-bande à fréquence symétrique*

La fréquence centrale et la largeur de bande d'un TID sont données respectivement par la période des doigts et par le nombre de paires de doigts du TID. Dans la caractéristique de phase, le retard de phase augmente proportionnellement à la fréquence. C'est pourquoi le retard de groupe ne varie pas dans la bande passante. Une application typique de filtre passe-bande à fréquence symétrique est le filtre de fréquence intermédiaire dans un dispositif d'accord à modulation de fréquence. La caractéristique de phase linéaire est avantageuse pour la détection haute fidélité des signaux de radio-diffusion à modulation de fréquence. La figure 11 montre un exemple typique de réponse en fréquence d'un filtre à OAS dont la fréquence nominale est égale à 10,7 MHz. Il existe aussi des filtres à OAS pour les hautes fréquences. Un exemple de réponse en fréquence d'un filtre à OAS fonctionnant dans la gamme de 900 MHz est montré à la figure 12.

b) *Filtre passe-bande dissymétrique en fréquence*

Dans le cas des filtres à OAS la caractéristique d'amplitude et celle de la phase peuvent être conçues indépendamment. La bande passante dissymétrique, les caractéristiques de la bande passante, de la bande atténuée et/ou de retard de groupe par rapport à la fréquence de référence peuvent être obtenues au moyen de techniques de conception élaborées. Les filtres de fréquence intermédiaire pour TV ont des caractéristiques dissymétriques en fréquence comme il est montré à la figure 13.

Bidirectional loss is one of the main losses. A normal IDT transmits and receives SAW to and from two directions respectively. For instance, a transmitting IDT converts an electric signal into SAW. The SAW propagates both forward and backward with the same intensities. An ordinary receiving IDT will receive either of them with the same efficiency. This means that bidirectional loss values can be estimated as 3 dB each at the transmitting and receiving IDT. Therefore, the bidirectional loss is 6 dB in ordinary SAW filters. A three-IDT type SAW filter provides two receiving IDTs, one on each side of one transmitting IDT as shown in Figure 9. Then, the insertion attenuation can be improved by 3 dB.

Further reduction in the insertion attenuation is also possible by using unidirectional transducers. A three-phase UDT (unidirectional interdigital transducer) and a group type UDT are useful as typical methods to realize unidirectional SAW transducers. The three-phase UDT is constructed by using three fingers per wavelength and is driven by a three-phase signal source. The group type UDT is composed of groups with only a few pairs of electrodes and the same number of electrodes offset by a quarter wavelength, as shown in Figure 10. The former electrodes are driven directly and the latter electrodes are driven through a 90° phase shifter by a signal source. The SAW then propagates in one direction only.

5 Basic filter characteristics

5.1 General characteristics

The following is a brief summary of the characteristics of individual types of SAW filters. There are also filters incorporating SAW reflectors, i.e. so-called resonator filters. However, such filters are outside the scope of this guide.

a) *Frequency symmetrical band-pass filter*

The centre frequency and bandwidth for an IDT are given by the periods of the fingers and the number of finger pairs of the IDT, respectively. In phase characteristics, phase lag increases proportionally with frequency. Therefore, group delay is invariant in the pass band. One typical application of a frequency symmetric band-pass filter is as an IF filter for a FM tuner. Linear phase characteristics are preferable for high-fidelity detection of FM broadcasting signals. Figure 11 shows a typical frequency response of a SAW filter whose nominal frequency is 10,7 MHz. High frequency SAW filters are also available. A typical frequency response of a 900 MHz range SAW filter is shown in Figure 12.

b) *Frequency asymmetrical band-pass filter*

In the case of SAW filters, the amplitude and phase characteristics can be designed independently. Asymmetrical pass-band, stop-band and/or group delay characteristics in relation to the reference frequency are obtainable by means of a sophisticated design technique. TV-IF filters have frequency asymmetrical characteristics, as shown in Figure 13.