NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60368-2-1

Deuxième édition
Second edition
1988-06

Filtres piézoélectriques

Deuxième partie:
Guide d'emploi des filtres piézoélectriques
Section un – Filtres à quartz

Piezoelectric filters

Part 2:
Guide to the use of piezoelectric filters
Section One – Quartz crystal filters

© IEC 1988 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 Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 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 W

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

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4
PRÉFACE 4
INTRODUCTION 6

CHAPITRE III: GUIDE D'EMPLOI DES FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES

SECTION UN – FILTRES À QUARTZ

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Filtres à quartz - considérations générales 6
   2.1 Introduction 6
   2.2 Termes et définitions 8
   2.3 Types de filtres 16
3. Résonateurs à quartz pour les filtres 24
   3.1 Circuit électrique équivalent d'un résonateur à quartz 26
   3.2 Résonances indésirables 30
   3.3 Utilisation pour le filtrage 30
4. Caractéristiques fondamentales des filtres 32
   4.1 Impédance de source et impédance de charge 32
   4.2 Facteur de forme 32
   4.3 Ondulation dans la bande passante 32
   4.4 Affaiblissement de transmission minimal dans la bande passante 34
5. Disponibilité commerciale et caractéristiques limites 34
   5.1 Effet de la largeur de bande sur la fabrication des filtres passe-bande à quartz 36
   5.2 Effet des difficultés de fabrication des résonateurs à quartz 44
   5.3 Effet dû à l'environnement 46
   5.4 Autres effets 48
   5.5 Considérations pratiques de construction 54
6. Obtention de la caractéristique optimale 54
   6.1 Introduction 54
   6.2 Adaptation 56
   6.3 Obtention de la spécification de la bande atténuée 58
   6.4 Niveau d'entrée 58
7. Méthodes de mesure 64
8. Données techniques destinées à accompagner une commande 64
   8.1 Procédure pour la commande 64
   8.2 Prescriptions obligatoires 66
   8.3 Prescriptions facultatives 66
9. Facteurs affectant le coût des filtres à quartz 68
   9.1 Fréquence centrale 68
   9.2 Facteur de forme 70
   9.3 Affaiblissement dans la bande atténuée 70
   9.4 Linéarité de phase et distorsion du retard de groupe 70
   9.5 Conditions d'environnement 70
   9.6 Considérations générales sur les essais 70

BIBLIOGRAPHIE 74

CONTENTS

Page

FOREWORD 5
PREFACE 5
INTRODUCTION 7

CHAPTER III: GUIDE TO THE USE OF PIEZOELECTRIC FILTERS

SECTION ONE – QUARTZ CRYSTAL FILTERS

Clause

1. Scope 7
2. Crystal filters - general synopsis 7
   2.1 Introduction 7
   2.2 Terms and definitions 9
   2.3 Filter types 17
3. Quartz vibrators for filters 25
   3.1 The equivalent electrical circuit of a quartz crystal unit 27
   3.2 Unwanted responses 31
   3.3 Use in filter applications 31
4. Fundamental filter characteristics 33
   4.1 Source and load impedance 33
   4.2 Shape factor 33
   4.3 Pass-band ripple 33
   4.4 Minimum transducer attenuation in the pass band 35
5. Availability and limitations 35
   5.1 Effect of bandwidth on availability of crystal band-pass filters 37
   5.2 Effect of difficulties in the manufacture of crystal units 45
   5.3 Effect of environmental characteristics 47
   5.4 Other effects 49
   5.5 Practical design considerations 55
6. Obtaining optimum performance 55
   6.1 Introduction 55
   6.2 Matching 57
   6.3 Achieving stop-band specification 59
   6.4 Input level 59
7. Measuring methods 65
8. Technical data to accompany order form 65
   8.1 Ordering procedure 65
   8.2 Mandatory requirements 67
   8.3 Optional requirements 67
9. Factors affecting cost of crystal filters 69
   9.1 Centre frequency 69
   9.2 Shape factor 71
   9.3 Stop-band attenuation 71
   9.4 Phase linearity and group delay distortion 71
   9.5 Environmental conditions 71
   9.6 General testing considerations 71

BIBLIOGRAPHY 74

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES

Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres piézoélectriques
Section un: Filtres à quartz

PRÉAMBULE

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.

PRÉFACE

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence. Il remplace la Publication 368A de la CEI, parue en 1973.

La Publication 368 de la CEI: Filtres piézoélectriques, est composée des parties suivantes:

368-1: Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais (chapitres I et II);

368-2: Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres piézoélectriques (chapitre III);

368-3: Troisième partie: Encombrements normalisés (chapitre IV).

La présente publication constitue la section un de la deuxième partie (Chapitre III) et est un guide pour l'emploi des filtres à quartz. Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
49(BC)177-I, II	49(BC)185

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 122-2 (1983): Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence. Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence.
283 (1968): Méthodes pour la mesure de fréquence et de résistance équivalente des fréquences indésirables des quartz pour filtres.
302 (1969): Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz.
368-1 (1982): Filtres piézoélectriques, Première partie: Informations générales, valeurs normalisées et conditions d'essais.
444: Mesure des paramètres des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PIEZOELECTRIC FILTERS

Part 2: Guide to the use of piezoelectric filters
Section One: Quartz crystal filters

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements for 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.

PREFACE

This guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 49: Piezoelectric devices for frequency control and selection. It supersedes IEC Publication 368A, issued in 1973.

IEC Publication 368: Piezoelectric filters, comprises:

368-1: Part 1: General information, standard values and test conditions (Chapters I and II)

368-2: Part 2: Guide to the use of piezoelectric filters (Chapter III)

368-3: Part 3: Standard outlines (Chapter IV).

The present publication constitutes Section One of Part 2 (Chapter III) and is a guide to the use of quartz crystal filters. The text is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
49(CO)177-I, II	49(CO)185

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

The following IEC Publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 122-2 (1983): Quartz crystal units for frequency control and selection. Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection.

283 (1968): Methods for the measurement of frequency and equivalent resistance of unwanted resonances of filter crystal units.

302 (1969): Standard definitions and methods of measurement for piezoelectric vibrators operating over the frequency range up to 30 MHz.

368-1 (1982): Piezoelectric filters, Part 1: General information, standard values and test conditions.

444: Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π-network.

FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES

Deuxième partie: Guide d'emploi des filtres piézoélectriques

CHAPITRE III: GUIDE D'EMPLOI DES FILTRES PIÉZOÉLECTRIQUES SECTION UN — FILTRES À QUARTZ

INTRODUCTION

Le besoin de communication conduit dans le monde entier à un développement permanent de liaisons électroniques de plus en plus complexes. Chaque message possède soit un spectre de fréquences ou une caractéristique dans le domaine temps; une certaine forme de filtrage est nécessaire pour leur séparation. De nouvelles méthodes de filtrage ont été mises au point pour répondre à une demande de diminution des coûts et de miniaturisation des équipements.

Les qualités d'un filtre dépendent principalement des caractéristiques des éléments résonants utilisés dans le filtre. Les résonateurs piézoélectriques sont supérieurs aux circuits résonants classiques LC en ce qui concerne certaines caractéristiques telles que le facteur de qualité (Q), les caractéristiques de température, le taux de vieillissement, les dimensions et et le poids. De ce fait, une grande variété de filtres piézoélectriques se trouve actuellement dans le commerce. On rencontre deux types principaux de filtres piézoélectriques: le filtre à quartz et le filtre à céramique. De plus, d'autres matériaux sont utilisés (par exemple, tantalate de lithium, niobate de lithium).

1. **Domaine d'application**

Ce guide a été établi pour répondre à un désir généralement exprimé, tant par les utilisateurs que par les fabricants, de disposer d'un guide d'emploi des filtres à quartz, afin qu'ils puissent être utilisés au mieux. 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 pour une application nouvelle.

Il est du plus grand intérêt pour l'utilisateur que les caractéristiques du filtre soient conformes à une spécification particulière; cependant il y a lieu que le type de résonateur devant répondre à cette spécification soit laissé au choix du fabricant.

PIEZOELECTRIC FILTERS

Part 2: Guide to the use of piezoelectric filters

CHAPTER III: GUIDE TO THE USE OF PIEZOELECTRIC FILTERS
SECTION ONE — QUARTZ CRYSTAL FILTERS

INTRODUCTION

The world continues to move in the direction of more extensive and more complex electronic communication links. Individual messages have either a frequency spectrum or a characteristic in the time domain and some form of filtering process is needed to separate them. New methods of filtering have been developed in response to demands for lower system costs and reduced equipment size.

The qualities of a filter are mainly governed by the characteristics of the resonant elements used in the filter. Piezoelectric resonators are superior to conventional LC resonant circuits as regards such characteristics as the quality factor (Q), temperature characteristics, ageing rate, size and weight. Hence, a wide variety of piezoelectric filters is now available. There are two main types of piezoelectric filters: the quartz crystal filter and the ceramic filter. In addition other materials are in use (e.g. lithium tantalate, lithium niobate).

1. **Scope**

This guide has been compiled in response to a generally expressed desire on the part of both users and manufacturers for guidance on the use of quartz crystal filters so that the crystal filters may be used to their best advantage. 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. The guide draws attention to some of the more fundamental questions which should be considered by the user before placing an order for a crystal filter for a new application.

It is of prime interest to a user that the filter characteristics should satisfy a particular specification, while the resonators to meet the specification should be at the discretion of the manufacturer.