NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60483

Première édition
First edition
1976-01

Guide pour les mesures dynamiques des céramiques piézoélectriques avec coefficient de couplage électromécanique élevé

Guide to dynamic measurements of piezoelectric ceramics with high electromechanical coupling

© IEC 1976 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 Q

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

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Introduction 6
3. Caractéristiques de l'admittance 6
4. Circuits équivalents 10
5. Relation entre le coefficient de couplage électromécanique et l'espacement relatif entre fréquences . . . 10
6. Circuits pour la mesure des paramètres des résonateurs 12
7. Méthodes pour la mesure des paramètres des résonateurs 14
8. Méthodes pour la détermination des constantes des matériaux 16
9. Liste des symboles utilisés 16

BIBLIOGRAPHIE 20

TABLEAUX 21

FIGURES 26

ANNEXE A — Relations entre les constantes des matériaux 33

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

Clause

1. Scope 7
2. Introduction 7
3. Admittance characteristics 7
4. Equivalent circuits 11
5. Relationship between the electromechanical coupling factor and the relative frequency spacing . . . 11
6. Circuits for measuring resonator parameters 13
7. Methods for measuring resonator parameters 15
8. Methods for determining material constants 17
9. List of symbols used 17

BIBLIOGRAPHY 20

TABLES 21

FIGURES 26

APPENDIX A — Relationships between material constants 33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE POUR LES MESURES DYNAMIQUES DES CÉRAMIQUES PIÉZOÉLECTRIQUES AVEC COEFFICIENT DE COUPLAGE ÉLECTROMÉCANIQUE ÉLEVÉ

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 le mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes nº 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Paris en novembre 1971. A la suite de cette réunion, le projet, document 49(Bureau Central)75, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1973.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Israël
Italie
Japon
Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suisse
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:

Publications nºs 302: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz.

444: Méthode fondamentale pour la mesure de la fréquence de résonance et de la résistance série équivalente des quartz piézoélectriques par la technique de phase nulle dans le circuit en π.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE TO DYNAMIC MEASUREMENTS OF PIEZOELECTRIC CERAMICS WITH HIGH ELECTROMECHANICAL COUPLING

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.

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 49, Piezoelectric Devices for Frequency Control and Selection.

A first draft was discussed at the meeting held in Paris in November 1971. As a result of this meeting, the draft, Document 49(Central Office)75, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium
Canada
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Poland
Romania
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America
Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this publication:

Publications Nos. 302: Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz.

444: Basic Method for the Measurement of Resonance Frequency and Equivalent Series Resistance of Quartz Crystal Units by Zero Phase Technique in a π Network.

GUIDE POUR LES MESURES DYNAMIQUES DES CÉRAMIQUES PIÉZOÉLECTRIQUES AVEC COEFFICIENT DE COUPLAGE ÉLECTROMÉCANIQUE ÉLEVÉ

1. Domaine d'application

Ce guide s'applique aux mesures dynamiques des résonateurs à céramiques piézoélectriques. La Publication 302 de la CEI: Définitions normalisées et méthodes de mesures pour les résonateurs piézoélectriques de fréquences inférieures à 30 MHz, destinée principalement au cas des quartz, est aussi applicable à la mesure des résonateurs céramiques piézoélectriques. Il y a cependant deux différences importantes entre le cas des quartz et le cas des résonateurs céramiques.

Premièrement, les couplages électromécaniques élevés associés aux résonateurs céramiques entraînent une détermination des paramètres tout à fait différente de ceux des quartz. Deuxièmement, dans le cas des résonateurs céramiques, il est souvent nécessaire d'évaluer non seulement les paramètres du résonateur, mais aussi les constantes du matériau.

Ce guide a été établi pour compléter des publications existantes et accorde une attention particulière à ces deux points. Certaines autres caractéristiques des céramiques piézoélectriques, en particulier le vieillissement et les non-linéarités aux signaux élevés, n'entrent pas dans le domaine d'application de ce guide. Ces caractéristiques se rapportent à des effets de domaine dans les matériaux ferro-électriques et sont très complexes.

En introduction, un rappel des caractéristiques de l'admittance et des circuits équivalents des résonateurs céramiques vibrant en modes simples est suivi par les méthodes de détermination des paramètres d'un résonateur puis des constantes essentielles.

GUIDE TO DYNAMIC MEASUREMENTS OF PIEZOELECTRIC CERAMICS WITH HIGH ELECTROMECHANICAL COUPLING

1. Scope

This guide relates to dynamic measurements of piezoelectric ceramic resonators. IEC Publication 302, Standard Definitions and Methods of Measurement for Piezoelectric Vibrators Operating over the Frequency Range up to 30 MHz, which is mainly intended for the case of quartz crystal units, is also applicable to the measurement of piezoelectric ceramic resonators. There are, however, two important differences between the case of quartz crystal units and the case of ceramic resonators.

Firstly, the high electromechanical coupling associated with ceramic resonators makes the determination of the parameters quite different from those of quartz crystal units. Secondly, not only resonator parameters but also material constants are frequently required to be evaluated in the case of ceramic resonators.

This guide has been compiled to supplement existing publications with particular attention to these two points. Certain other characteristics of piezoelectric ceramics are considered as beyond the scope of this guide, in particular, ageing and high signal non-linearities. These characteristics are related to domain effects in ferro-electrics and are very complex.

An introductory review of the admittance characteristics and equivalent circuits of ceramic resonators vibrating in simple modes is followed by methods for determining resonator parameters, and in turn material constants.