RAPPORT TECHNIQUE

TECHNICAL REPORT

CEI
IEC
1088

Première édition
First edition
1991–09

Caractéristiques et mesures des transducteurs piézocéramiques ultrasonores

Characteristics and measurements of ultrasonic piezoceramic transducers

© CEI 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève Suisse

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

AVANT-PROPOS 6

Articles

1 Domaine d'application 8

2 Références normatives 8

3 Définitions 8

3.1 Puissance électrique d'entrée 10

3.1.1 Courbe de réponse en fréquence pour la puissance électrique d'entrée 10

3.1.2 Puissance électrique d'entrée à la résonance 12

3.2 Puissance acoustique de sortie 12

3.3 Amplitude de déplacement vibratoire 12

3.3.1 Courbe de réponse en fréquence pour l'amplitude de déplacement vibratoire . 12

3.3.2 Amplitude de déplacement vibratoire à la résonance 12

3.4 Fréquence de résonance 12

3.5 Largeur de bande 12

3.5.1 Facteur de qualité mécanique du transducteur 14

3.6 Impédance électrique du transducteur 14

3.6.1 Impédance électrique à la résonance 14

3.7 Admittance électrique du transducteur 14

3.7.1 Admittance électrique d'un transducteur bloqué 16

3.8 Sensibilité du transducteur 16

3.8.1 Sensibilité «déplacement – tension» 16

3.8.2 Sensibilité «carré du déplacement – puissance» 16

3.9 Rendement électroacoustique 16

4 Classification des transducteurs 16

4.1 Transducteurs de catégorie P 16

4.2 Transducteurs de catégorie A 18

5 Conditions de mesures 18

5.1 Généralités 18

5.1.1 Charge acoustique 18

CONTENTS

Page

FOREWORD 7

Clause

1 Scope 9

2 Normative references 9

3 Definitions 9

3.1 Input electrical power 11

3.1.1 Frequency response curve for input electrical power 11

3.1.2 Input electrical power at resonance 13

3.2 Output acoustical power 13

3.3 Vibrational displacement amplitude 13

3.3.1 Frequency response curve for vibrational displacement amplitude 13

3.3.2 Vibrational displacement amplitude at resonance 13

3.4 Frequency of resonance 13

3.5 Bandwidth 13

3.5.1 Mechanical quality factor of the transducer 15

3.6 Electrical impedance of the transducer 15

3.6.1 Electrical impedance at resonance 15

3.7 Electrical admittance of the transducer 15

3.7.1 Electrical admittance of the clamped transducer 17

3.8 Sensitivity of the transducer 17

3.8.1 "Displacement-voltage" sensitivity 17

3.8.2 "Squared displacement-power" sensitivity 17

3.9 Electroacoustical efficiency 17

4 Classification of transducers 17

4.1 Transducers of category P 17

4.2 Transducers of category A 19

5 Measurement conditions 19

5.1 General 19

5.1.1 Acoustical load 19

Articles Pages

5.2 Préparation des mesures 18
5.2.1 Préparation du transducteur 18
5.2.2 Préparation de l'eau 18
5.3 Conditions de fonctionnement 18
5.4 Prescriptions générales relatives à l'appareillage 20
6 Mesure des quantités électriques 20
6.1 Mesure de la tension à l'entrée du transducteur 20
6.2 Mesure du courant électrique à l'entrée du transducteur 20
6.3 Mesure de déphasage entre le courant et la tension à l'entrée du transducteur 20
6.4 Mesure de puissance électrique d'entrée 20
6.5 Mesure de l'impédance électrique (admittance) du transducteur 20
7 Mesure de l'amplitude de déplacement vibratoire 22
8 Caractéristiques du transducteur et méthodes de mesures 22
8.1 Fréquence de résonance et puissance électrique d'entrée du transducteur à la résonance 22
8.2 Largeur de bande et facteur de qualité mécanique 22
8.3 Amplitude de déplacement vibratoire à la résonance 22
8.4 Sensibilité «déplacement – tension» du transducteur 24
8.5 Puissance acoustique de sortie du transducteur 24
8.6 Rendement électroacoustique du transducteur 24
8.7 Sensibilité «carré du déplacement – puissance» du transducteur 26
8.8 Impédance électrique à la résonance 26
8.9 Admittance électrique du transducteur bloqué 26

ANNEXES

A Propriétés non linéaires du transducteur 30
B Dépendance de l'impédance de charge sur l'amplitude de déplacement vibratoire 32
C Bibliographie 34

Clause Page

5.2 Preparation for measurement 19
5.2.1 Preparation of the transducer 19
5.2.2 Preparation of water 19
5.3 Operating conditions 19
5.4 General requirements for the instrumentation 21
6 Measurement of electrical quantities 21
6.1 Measurement of voltage at the input of the transducer 21
6.2 Measurement of electrical current at the input of the transducer 21
6.3 Measurement of the current-voltage phase shift at the input of the transducer 21
6.4 Measurement of the input electrical power 21
6.5 Measurement of electrical impedance (admittance) of the transducer 21
7 Measurement of vibrational displacement amplitude 23
8 Transducer characteristics and measurement methods 23
8.1 Resonance frequency and input electrical power of the transducer at resonance 23
8.2 Bandwidth and quality factor 23
8.3 Vibrational displacement amplitude at resonance 23
8.4 "Displacement-voltage" sensitivity of the transducer 25
8.5 Output acoustical power of the transducer 25
8.6 Electroacoustical efficiency of the transducer 25
8.7 "Squared displacement-power" sensitivity of the transducer 27
8.8 Electrical impedance at resonance 27
8.9 Electrical admittance of the clamped transducer 27

ANNEXES

A Non-linear properties of the transducer 31
B Dependence of the load impedance on the vibrational displacement amplitude 33
C Bibliography 34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CARACTÉRISTIQUES ET MESURES DES TRANSDUCTEURS PIÉZOCÉRAMIQUES ULTRASONORES

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 voeu 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.

Le présent Rapport technique a été établi par le Comité d'Etudes n° 87 de la CEI: Ultrasons.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
87(BC)1	87(BC)3

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CHARACTERISTICS AND MEASUREMENTS OF ULTRASONIC PIEZOCERAMIC TRANSDUCERS

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 Technical Report has been prepared by IEC Technical Committee No. 87: Ultrasonics.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
87(CO)1	87(CO)3

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

CARACTÉRISTIQUES ET MESURES DES TRANSDUCTEURS PIÉZOCÉRAMIQUES ULTRASONORES

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique spécifie les caractéristiques fondamentales électro-acoustiques des transducteurs piézocéramiques pour l'application industrielle d'énergie ultrasonore. Il spécifie aussi les méthodes destinées aux mesures de ces caractéristiques.

Le présent rapport est applicable aux transducteurs piézocéramiques de mode longitudinal de vibration fonctionnant à une seule fréquence de résonance jusqu'à 100 kHz.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique.*

CEI 50(801): *Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 801, Acoustique et électroacoustique.*

CHARACTERISTICS AND MEASUREMENTS OF ULTRASONIC PIEZOCERAMIC TRANSDUCERS

1 Scope

This Technical Report specifies the essential electroacoustic characteristics of piezoceramic transducers for industrial application of ultrasonic energy. It also specifies the methods of measuring these characteristics.

This report is applicable to piezoceramic longitudinally vibrating transducers which operate at a single resonance frequency up to 100 kHz.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Report. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this Technical Report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology.*

IEC 50(801): *International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 801, Acoustics and electroacoustics.*