

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 Varembe 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 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.

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.*