

This is a preview - click here to buy the full publication

**RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT**

**CEI  
IEC**

**60782**

Première édition  
First edition  
1984-01

---

---

**Mesures des transducteurs magnétostrictifs  
ultrasoniques**

**Measurements of ultrasonic magnetostrictive  
transducers**

© IEC 1984 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](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**U**

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE .....	6
PRÉFACE .....	6
Liste des symboles .....	8
SECTION UN — INTRODUCTION	
Articles	
1. Domaine d'application .....	10
2. Objet .....	10
3. Classification des transducteurs .....	10
4. Liste des caractéristiques fondamentales .....	10
5. Définitions et symboles des caractéristiques .....	14
5.1 Puissance électrique d'entrée $P_e$ .....	14
5.2 Rendement électroacoustique du transducteur $\eta_{ea}$ .....	14
5.3 Amplitude de déplacement vibratoire $\xi$ .....	16
5.4 Fréquence de résonance $f_{res}$ .....	16
5.5 Largeur de bande $\Delta f$ .....	16
5.6 Impédance électrique du transducteur $Z$ .....	18
5.7 Impédance électrique bloquée (amortie) du transducteur $Z_d$ .....	18
SECTION DEUX — CONDITIONS DE MESURE	
6. Généralités .....	18
7. Paramètres opératoires .....	20
8. Charge acoustique liquide .....	20
9. Préparation des mesures des transducteurs de catégorie P .....	20
9.1 Préparation du transducteur .....	20
9.2 Préparation de l'eau .....	20
10. Prescriptions générales relatives à l'appareillage .....	20
SECTION TROIS — PROCESSUS DE MESURE	
11. Puissance électrique d'entrée .....	22
11.1 Méthode du wattmètre .....	22
11.2 Méthode d'impédance .....	22
11.3 Méthode des trois voltmètres .....	22
12. Rendement électroacoustique .....	24
12.1 Méthode du wattmètre calorimétrique .....	24
12.2 Méthode du flux de puissance .....	26
12.3 Méthode du wattmètre .....	28
12.4 Méthode du diagramme d'impédance .....	28
13. Amplitude de déplacement vibratoire .....	30
13.1 Méthode du microscope optique .....	30
13.2 Méthodes des capteurs de vibrations .....	30
14. Fréquence de résonance du transducteur .....	32
14.1 Méthode de la puissance maximale .....	32
14.2 Méthode de l'amplitude maximale .....	32
14.3 Méthode de l'impédance caractéristique .....	32
15. Largeur de bande et facteur de qualité mécanique .....	34
15.1 Méthode de la caractérisation en fréquence de la puissance d'entrée .....	34
15.2 Méthode de la caractérisation en fréquence de l'amplitude .....	34
16. Impédance électrique du transducteur à la résonance .....	36
16.1 Méthode du voltmètre et du wattmètre .....	36
16.2 Méthode du pont .....	36
16.3 Méthode du voltmètre et du phasemètre .....	36
16.4 Méthode des trois voltmètres .....	36
17. Impédance électrique bloquée (amortie) du transducteur .....	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
PREFACE .....	7
List of symbols .....	9

SECTION ONE — INTRODUCTION

Clause

1. Scope .....	11
2. Object .....	11
3. Classification of transducers .....	11
4. List of essential characteristics .....	11
5. Definitions of characteristics and their symbols .....	15
5.1 Input electrical power $P_e$ .....	15
5.2 Electroacoustical efficiency of the transducer $\eta_{ea}$ .....	15
5.3 Vibrational displacement amplitude $\xi$ .....	17
5.4 Frequency of resonance $f_{res}$ .....	17
5.5 Bandwidth $\Delta f$ .....	17
5.6 Electrical impedance of the transducer $Z$ .....	19
5.7 Blocked (damped) electrical impedance of the transducer $Z_d$ .....	19

SECTION TWO — MEASURING CONDITIONS

6. General .....	19
7. Operating parameters .....	21
8. Acoustical liquid load .....	21
9. Preparation for measurement of P-category transducers .....	21
9.1 Preparation of the transducer .....	21
9.2 Preparation of water .....	21
10. General requirements for the instrumentation .....	21

SECTION THREE — MEASURING PROCEDURES

11. Electrical input power .....	23
11.1 Wattmeter method .....	23
11.2 Impedance method .....	23
11.3 Three voltmeter method .....	23
12. Electroacoustical efficiency .....	25
12.1 Calorimetric-wattmeter method .....	25
12.2 Power flow method .....	27
12.3 Wattmeter method .....	29
12.4 Impedance diagram method .....	29
13. Vibrational displacement amplitude .....	31
13.1 Optical microscope method .....	31
13.2 Vibrometer methods .....	31
14. Frequency of resonance of the transducer .....	33
14.1 Maximum power method .....	33
14.2 Maximum amplitude method .....	33
14.3 Impedance characteristic method .....	33
15. Bandwidth and mechanical quality factor .....	35
15.1 Input power frequency characteristic method .....	35
15.2 Amplitude frequency characteristic method .....	35
16. Electrical impedance of the transducer at resonance .....	37
16.1 Voltmeter and wattmeter method .....	37
16.2 Bridge method .....	37
16.3 Voltmeter and phasemeter method .....	37
16.4 Three voltmeter method .....	37
17. Blocked (damped) electrical impedance of the transducer .....	39

	Pages
ANNEXE A — Conditions de mesures .....	40
ANNEXE B — Bases et limites de la mesure de la puissance acoustique par la méthode calorimétrique .....	42
ANNEXE C — Bases de la méthode du wattmètre et de la méthode du diagramme d'impédance pour la mesure du rendement du transducteur .....	44
ANNEXE D — Capteurs de vibrations pour des mesures de l'amplitude de déplacement sans contact .....	46
ANNEXE E — Bibliographie .....	48
FIGURES .....	50

---

	Page
APPENDIX A — Measuring conditions .....	41
APPENDIX B — Basis of the calorimetric method of measuring the acoustic power and its limitations.....	43
APPENDIX C — Basis of the wattmeter method and of the impedance diagram method of measurement of transducer efficiency .....	45
APPENDIX D — Vibrometers for non-contact measurements of displacement amplitude.....	47
APPENDIX E — Bibliography .....	48
FIGURES .....	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**MESURES DES TRANSDUCTEURS MAGNÉTOSTRICTIFS  
ULTRASONIQUES**

---

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 rapport a été établi par le Sous-Comité 29D: Ultrasons, du Comité d'Etudes n° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Stresa en 1969, à Londres en 1971, à Oslo en 1972, à Moscou en 1974, à Gaithersburg en 1976, à Budapest en 1977, à Stockholm en 1979 et à Sydney en 1980. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 29D(Bureau Central)18, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1982.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Chine	Suède
Danemark	Union des Républiques
Espagne	Socialistes Soviétiques
Etats-Unis d'Amérique	

---

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**MEASUREMENTS OF ULTRASONIC MAGNETOSTRICTIVE  
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.

PREFACE

This report has been prepared by Sub-Committee 29D: Ultrasonics, of IEC Technical Committee No. 29: Electroacoustics.

Drafts were discussed at meetings held in Stresa in 1969, in London in 1971, in Oslo in 1972, in Moscow in 1974, in Gaithersburg in 1976, in Budapest in 1977, in Stockholm in 1979 and in Sydney in 1980. As a result of this latter meeting, a draft, Document 29D(Central Office)18, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Austria	South Africa (Republic of)
Belgium	Spain
China	Sweden
Denmark	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	

---

## MESURES DES TRANSDUCTEURS MAGNÉTOSTRICTIFS ULTRASONIQUES

### LISTE DES SYMBOLES

$P_e$	= puissance électrique d'entrée	$f$	= fréquence
$V_T$	= tension d'excitation du transducteur	$f_{res}$	= fréquence de résonance du transducteur
$I_T$	= courant d'excitation du transducteur	$f_r$	= fréquence de résonance série du transducteur
$\varphi$	= déphasage entre $V_T$ et $I_T$	$f_a$	= fréquence d'antirésonance du transducteur
$P_a$	= puissance acoustique de sortie du transducteur	$\Delta f$	= largeur de bande
$P_d$	= puissance de perte magnétique du transducteur	$Q$	= facteur de qualité mécanique
$P_{ml}$	= puissance de perte mécanique interne du transducteur	$Z$	= impédance électrique du transducteur
$P_m$	= puissance mécanique totale fournie par le transducteur	$R$	= composante réelle de l'impédance électrique
$I_{Tp}$	= courant de polarisation	$X$	= composante imaginaire de l'impédance électrique
$R_w$	= résistance de l'enroulement du transducteur	$Z_{res}$	= valeur de l'impédance électrique à la fréquence de résonance
$\eta_{ea}$	= rendement électroacoustique	$Z_d$	= impédance électrique bloquée du transducteur
$\eta_{em}$	= rendement électromécanique	$R_s$	= résistance connectée en série avec le transducteur
$\eta_{ma}$	= rendement mécanique-acoustique		
$\xi$	= amplitude de déplacement vibratoire		



## MEASUREMENTS OF ULTRASONIC MAGNETOSTRICTIVE TRANSDUCERS

### LIST OF SYMBOLS

$P_e$	= electrical input power	$f$	= frequency
$V_T$	= driving voltage of transducer	$f_{res}$	= frequency of resonance of the transducer
$I_T$	= driving current of transducer	$f_r$	= series resonance frequency of the transducer
$\varphi$	= phase shift between $V_T$ and $I_T$	$f_a$	= antiresonance frequency of the transducer
$P_a$	= acoustical output power of transducer	$\Delta f$	= bandwidth
$P_d$	= magnetic loss power of transducer	$Q$	= mechanical quality factor
$P_{ml}$	= internal mechanical loss power of transducer	$Z$	= electrical impedance of the transducer
$P_m$	= total mechanical power delivered by the transducer	$R$	= real component of the electrical impedance
$I_{Tp}$	= polarizing current	$X$	= imaginary component of the electrical impedance
$R_w$	= resistance of winding of the transducer	$Z_{res}$	= value of electrical impedance at the frequency of resonance
$\eta_{ea}$	= electroacoustical efficiency	$Z_d$	= blocked electrical impedance of the transducer
$\eta_{em}$	= electromechanical efficiency	$R_s$	= resistor connected in series with the transducer
$\eta_{ma}$	= mechanoacoustical efficiency		
$\xi$	= vibrational displacement amplitude		

## SECTION UN – INTRODUCTION

### 1. **Domaine d'application**

Le présent rapport est applicable aux transducteurs magnétostrictifs, qu'ils soient de type métallique laminé ou de type ferrite, conçus pour émettre une puissance acoustique sonore ou ultrasonique, dans les milieux liquides ou solides; ne transmettant pas d'information, ils servent à différents traitements ultrasoniques, tels que usinage, soudage, action chimique, etc., en fonctionnant à la fréquence de résonance avec une alimentation par générateurs de puissance.

Ce rapport s'applique aussi, moyennant certaines modifications, à des transducteurs spéciaux, comme ceux qui sont conçus pour utilisation avec des métaux fondus, etc.

Dans ce rapport, on considère uniquement les transducteurs ayant une seule fréquence de résonance en fonctionnement.

## SECTION ONE – INTRODUCTION

### 1. Scope

This report is applicable to magnetostrictive transducers, of both laminated metal and ferrite types, designed for producing sonic or ultrasonic acoustic power in liquid or solid media, and for different kinds of ultrasonic processing such as cutting, welding, chemical processing, etc. Transducers for information carrying signals are excluded. The transducers, which may be sonic or ultrasonic, operate at the resonance frequency and are supplied from electric power generators.

It also applies with some modifications to special transducers, for example those designed for application to molten metals, etc.

In this report only transducers with a single working frequency of resonance are considered.