

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61161

Première édition
First edition
1992-07

**Mesurage de puissance ultrasonore
dans les liquides dans la gamme
de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz**

**Ultrasonic power measurement in liquids
in the frequency range 0,5 MHz to 25 MHz**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61161: 1992

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61161

Première édition
First edition
1992-07

**Mesurage de puissance ultrasonore
dans les liquides dans la gamme
de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz**

**Ultrasonic power measurement in liquids
in the frequency range 0,5 MHz to 25 MHz**

© IEC 1992 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 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
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	8
4 Liste des symboles	10
5 Prescriptions pour les balances à force de radiation	12
5.1 Généralités	12
5.2 Caractéristiques de la cible	12
5.3 Diamètre de la cible	14
5.4 Microbalance/Système de mesurage de la force	16
5.5 Cuve du système	16
5.6 Structures du support de cible	16
5.7 Positionnement du transducteur	18
5.8 Feuilles contre les courants	18
5.9 Couplage à transducteur	18
5.10 Etalonnage	18
6 Prescriptions pour les conditions de mesurage	20
6.1 Position latérale du transducteur	20
6.2 Distance du transducteur à la cible	20
6.3 Eau	20
6.4 Mouillage	22
6.5 Conditions d'environnement	22
6.6 Dérives thermiques	22
7 Incertitude de mesurage	22
Figures	24
Annexes	
A Formules fondamentales	26
B Autres méthodes de mesurage de la puissance acoustique	30
C Bibliographie	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 List of symbols	11
5 Requirements for radiation force balances	13
5.1 General	13
5.2 Target type	13
5.3 Target diameter	15
5.4 Microbalance/Force measuring system	17
5.5 System tank	17
5.6 Target support structures	17
5.7 Transducer positioning	19
5.8 Anti-streaming foils	19
5.9 Transducer coupling	19
5.10 Calibration	19
6 Requirements for measuring conditions	21
6.1 Lateral transducer position	21
6.2 Transducer/Target separation	21
6.3 Water	21
6.4 Water contact	23
6.5 Environmental conditions	23
6.6 Thermal drifts	23
7 Measurement uncertainty	23
Figures	24
Annexes	
A Basic formulae	27
B Other methods of ultrasonic power measurement	31
C Bibliography	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURAGE DE PUISSANCE ULTRASONORE DANS LES LIQUIDES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 25 MHz

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.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 87 de la CEI: Ultrasons.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
87(BC)10 87(BC)10A	87(BC)20

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

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

NOTE - Les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- Prescriptions: caractères romains
- *Modalités d'essais: caractères italiques*
- Notes: petits caractères romains
- Les termes en **caractères gras** dans le texte sont définis à l'article 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ULTRASONIC POWER MEASUREMENT IN LIQUIDS IN
THE FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 25 MHz**

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 International Standard has been prepared by Technical Committee No. 87: Ultrasonics.

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

DIS	Report on Voting
87(CO)10 87(CO)10A	87(CO)20

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

Annex A forms an integral part of this International Standard.

Annexes B and C are for information only.

NOTE - The following print types are used:

- Requirements: in roman type
- *Test specifications: in italic type*
- Notes: in small roman type
- Words in **bold** in the text are defined in clause 3.

INTRODUCTION

Il existe un certain nombre de méthodes pour déterminer la puissance acoustique totale émise par des transducteurs ultrasonores ([1]* à [3]*, voir aussi l'annexe B). Le but de cette Norme internationale est d'établir des méthodes de mesurage de puissance ultrasonore dans les liquides pour les fréquences de l'ordre du mégahertz basées sur le mesurage de la force de radiation en utilisant une balance gravimétrique. L'avantage majeur du mesurage de la force de radiation est que la valeur de la puissance totale émise est obtenue sans qu'il soit nécessaire d'intégrer les données du champ sur la section du faisceau. De plus, les dispositifs de mesurage de la force de radiation sont simples à manipuler et à étalonner.

* Les chiffres entre crochets se rapportent à l'annexe C – Bibliographie, page 32.

INTRODUCTION

A number of measuring methods exist for the determination of the total radiated power of ultrasonic transducers ([1]* to [3]*, see also annex B). The purpose of this International Standard is to establish methods of measurement of ultrasonic power in liquids in the megahertz frequency range based on the measurement of the radiation force using a gravimetric balance. The great advantage of radiation force measurements is that a value for the total radiated power is obtained without the need to integrate field data over the cross-section of the radiated sound beam. In addition, the radiation force measuring devices are easy to handle and to calibrate.

Withdrawn

* The figures in square brackets refer to annex C – Bibliography, page 32.

MESURAGE DE PUISSANCE ULTRASONORE DANS LES LIQUIDES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 25 MHz

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale

- prescrit une méthode pour déterminer la puissance totale ultrasonore émise des transducteurs ultrasonores, basée sur l'usage d'une balance à force de radiation;
- établit les principes généraux pour utiliser les balances à force de radiation dans lesquelles un obstacle dénommé cible intercepte le champ acoustique à mesurer.

NOTE - La force de radiation est égale à la variation du flux de quantité de mouvement moyenne sur le temps et est donc reliée à la puissance et à l'intensité ultrasonores.

Cette Norme internationale est applicable:

- aux mesurages de la puissance ultrasonore par utilisation d'une balance à force de radiation dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz;
- aux mesurages de la puissance totale ultrasonore des transducteurs avec des faisceaux possédant une bonne collimation;
- à l'utilisation de balances à force de radiation de type gravimétrique.

NOTE - Une liste des publications auxquelles il est fait référence dans cette norme est donnée dans l'annexe C.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(801): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique.*

CEI 150: 1963, *Essai et étalonnage de générateurs d'ultrasons à usage thérapeutique.*

CEI 1101: 1991, *L'étalonnage absolu des hydrophones par la technique du balayage planaire dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz.*

3 Définitions

3.1 courant acoustique: Mouvement de fluide qui se développe en régime permanent dans un champ acoustique sous certaines conditions.

3.2 champ lointain: Champ libre à une distance de la source telle que la pression acoustique décroisse de manière monotone lorsque cette distance augmente. Il s'agit en général de la région du champ acoustique où l'impédance acoustique, c'est-à-dire le rapport complexe de la pression acoustique à la vitesse des particules, est substantiellement égal à ρc , ρ étant la densité du milieu et c la célérité du son dans celui-ci.

ULTRASONIC POWER MEASUREMENT IN LIQUIDS IN THE FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 25 MHz

1 Scope

This International Standard

- specifies a method of determining the total radiated acoustic power of ultrasonic transducers based on the use of a radiation force balance;
- establishes general principles for the use of radiation force balances in which an obstacle (target) intercepts the sound field to be measured.

NOTE - The radiation force is equal to the change in the time-averaged momentum flow and is thus related to ultrasonic intensity and power.

This International Standard is applicable to:

- the measurement of ultrasonic power based on the use of a radiation force balance in the frequency range from 0,5 MHz to 25 MHz;
- the measurement of total ultrasonic power of transducers with well-collimated beams;
- the use of radiation force balances of the gravimetric type.

NOTE - The titles of other publications referred to in this Standard are listed in annex C.

2 Normative references

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

IEC 50(801): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 801: Acoustics and electro-acoustics*.

IEC 150: 1963, *Testing and calibration of ultrasonic therapeutic equipment*.

IEC 1101: 1991, *The absolute calibration of hydrophones using the planar scanning technique in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*.

3 Definitions

3.1 acoustic streaming: Steady-state fluid motion which develops under certain conditions in a sound field.

3.2 far field: Sound field at a distance from the source where the sound pressure decreases monotonically with increasing distance from the source. In general, this is the region of the sound field where the specific acoustic impedance, i.e. the complex ratio of sound pressure to particle velocity, is substantially equal to ρc , ρ being the density and c the velocity of sound in the sound-propagating medium.

3.3 champ libre: Champ acoustique dans un milieu homogène et isotrope dont les limites exercent une influence négligeable sur les ondes acoustiques. [VEI 801-03-28 modifié.]

3.4 champ proche: Région du champ acoustique située à une distance de la source inférieure à celle du début du **champ lointain**. C'est en général la région du champ acoustique où l'impédance acoustique complexe spécifique diffère notablement de p_c .

3.5 puissance de sortie: Moyenne temporelle de la puissance acoustique émise par un **transducteur ultrasonore** dans un **champ quasi libre** dans des conditions spécifiées dans un milieu spécifié, l'eau de préférence.

Symbole: P

Unité: watt, W

3.6 force de radiation; force de radiation acoustique: Moyenne temporelle de la force s'exerçant sur un corps plongé dans un champ acoustique et trouvant son origine dans le champ acoustique; ou, plus généralement, moyenne temporelle de la force apparaissant, dans un champ acoustique, à la surface de séparation entre deux milieux de propriétés acoustiques différentes.

Symbole: F

Unité: newton, N

3.7 pression de radiation; force acoustique de radiation: Force de radiation par unité d'air.

3.8 cible: Dispositif conçu spécialement pour être placé dans un champ acoustique et servir d'objet sur lequel la **force de radiation** qui s'y exerce sera mesurée.

3.9 transducteur ultrasonore: Dispositif capable de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique et/ou réciproquement dans le domaine des fréquences ultrasonores.

4 Liste des symboles

a = rayon d'un **transducteur ultrasonore** servant de source

c = vitesse du son (généralement dans l'eau)

d = distance focale géométrique d'un **transducteur ultrasonore** focalisé

F = **force de radiation** sur une **cible** dans la direction de propagation d'une onde ultrasonore

g = accélération de la pesanteur

k = $(= 2\pi/\lambda)$ nombre d'onde circulaire

P = **puissance de sortie** d'un **transducteur ultrasonore**

s = $(= x/\lambda a^2)$ distance normalisée par rapport à la longueur du **champ proche**

x = distance entre la **cible** et le **transducteur ultrasonore**

α = coefficient d'atténuation en amplitude d'ondes planes dans un milieu (généralement dans l'eau)

γ $(= \arcsin a/d)$ angle de focalisation d'un **transducteur ultrasonore** focalisé

θ = angle entre la direction de propagation de l'onde ultrasonore et la normale à la surface réfléchissante d'une **cible**

λ = longueur d'onde ultrasonore.