

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61161

Deuxième édition
Second edition
2006-12

**Ultrasons – Mesurage de puissance –
Balances de forces de rayonnement
et exigences de fonctionnement**

**Ultrasonics – Power measurement –
Radiation force balances and
performance requirements**

© IEC 2006 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, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Liste des symboles	16
5 Exigences pour les balances de forces de rayonnement	16
5.1 Généralités	16
5.2 Types de cibles	18
5.3 Diamètre de la cible	18
5.4 Balance / Système de mesurage de force	20
5.5 Réservoir du système	20
5.6 Structures de support de la cible	20
5.7 Positionnement du transducteur	20
5.8 Feuillet contre les courants	20
5.9 Couplage du transducteur	20
5.10 Étalonnage	20
6 Exigences pour les conditions de mesurage	22
6.1 Positionnement latéral de la cible	22
6.2 Distance du transducteur à la cible	22
6.3 Eau	22
6.4 Contact avec l'eau	22
6.5 Conditions d'environnement	22
6.6 Dérives thermiques	22
7 Incertitude de mesurage	24
7.1 Généralités	24
7.2 Système de balance à suspension de cible	24
7.3 Linéarité et résolution du système de balance	24
7.4 Extrapolation au moment de la commutation du transducteur ultrasonore	24
7.5 Imperfections de la cible	26
7.6 Géométrie de la cible réfléchissante	26
7.7 Absorbance latéraux dans le cas de mesurages d'une cible réfléchissante	26
7.8 Désalignement de la cible	26
7.9 Désalignement du transducteur ultrasonore	26
7.10 Température de l'eau	26
7.11 Atténuation ultrasonore et courant acoustique	26
7.12 Propriétés de feuillet	26
7.13 Taille de cible finie	26
7.14 Hypothèse de l'onde plane	26
7.15 Influences de l'environnement	28
7.16 Mesurage de la tension d'excitation	28
7.17 Température du transducteur ultrasonore	28
7.18 Non linéarité	28
7.19 Autres sources	28

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 List of symbols	17
5 Requirements for radiation force balances.....	17
5.1 General.....	17
5.2 Target type.....	19
5.3 Target diameter.....	19
5.4 Balance / Force measuring system.....	21
5.5 System tank	21
5.6 Target support structures	21
5.7 Transducer positioning	21
5.8 Anti-streaming foils.....	21
5.9 Transducer coupling.....	21
5.10 Calibration.....	21
6 Requirements for measuring conditions.....	23
6.1 Lateral target position.....	23
6.2 Transducer-target separation	23
6.3 Water	23
6.4 Water contact.....	23
6.5 Environmental conditions	23
6.6 Thermal drifts	23
7 Measurement uncertainty	25
7.1 General.....	25
7.2 Balance system including target suspension.....	25
7.3 Linearity and resolution of the balance system	25
7.4 Extrapolation to the moment of switching the ultrasonic transducer	25
7.5 Target imperfections.....	27
7.6 Reflecting target geometry	27
7.7 Lateral absorbers in the case of reflecting target measurements	27
7.8 Target misalignment.....	27
7.9 Ultrasonic transducer misalignment.....	27
7.10 Water temperature	27
7.11 Ultrasonic attenuation and acoustic streaming.....	27
7.12 Foil properties	27
7.13 Finite target size.....	27
7.14 Plane-wave assumption.....	27
7.15 Environmental influences	29
7.16 Excitation voltage measurement.....	29
7.17 Ultrasonic transducer temperature.....	29
7.18 Non-linearity.....	29
7.19 Other sources.....	29

Annexe A (informative) Informations additionnelles concernant divers aspects des mesurages de force de rayonnement.....	32
Annexe B (normative) Formules fondamentales.....	56
Annexe C (informative) Autres méthodes de mesurage de la puissance ultrasonore.....	62
Annexe D (informative) Milieu de propagation et dégazage.....	64
Annexe E (informative) Mesurage de force de rayonnement avec faisceaux ultrasonores divergents.....	74
Annexe F (informative) Restrictions liées aux configurations de balance.....	82
 Bibliographie.....	 92
 Figure 1 – Vue en coupe d'une cible absorbante.....	 30
Figure 2 – Vérification de la linéarité: lecture de balance en fonction de la grandeur d'entrée.....	30
Figure D.1 – Exemple de concentration en oxygène dissous en fonction du temps pour 200 ml d'eau dégazée par le vide dans un verre ayant une surface libre de liquide de 34 cm ²	68
Figure D.2 – Concentration en oxygène dissous en fonction du temps pour 2 g/l, 4 g/l et 6 g/l de sulfite de sodium dans de l'eau déminéralisée et pour différentes surfaces libres et volumes d'eau.....	70
Figure E.1 – Résultat du piston (courbe oscillante) pour P/cF en fonction de ka , à approximation de pic (line continue) et courbe centrale (médiante (ligne brisée) représentant le facteur de correction <i>corr.</i>	76
Figure E.2 – P/cF en fonction de ka pour quatre distributions d'amplitude pseudo-trapézoïdales différentes, avec $\varepsilon = 0$ (piston) (plein); $\varepsilon = 0,1$ (tiret); $\varepsilon = 0,25$ (point); $\varepsilon = 0,6$ (tiret/point).....	76
Figure E.3 – Rapport de la conductance de rayonnement G obtenue en utilisant une cible réfléchissante conique convexe à un demi-angle de cône de 45° à une cible absorbante vis-à-vis de la valeur de ka , pour 11 transducteurs différents à utiliser en physiothérapie et dans 3 laboratoires différents [26].....	80
Figure F.1 – Configuration A, à cible absorbante (a) ou réfléchissante (b).....	84
Figure F.2 – Configuration B, à cible réfléchissante conique convexe.....	84
Figure F.3 – Configuration B, à cible absorbante.....	84
Figure F.4 – Configuration C, à cible absorbante.....	86
Figure F.5 – Configuration E, à cible absorbante (a) ou réfléchissante conique concave (b) ...	86
Figure F.6 – Configuration F, à cible réfléchissante conique convexe.....	86
Figure F.7 – Configuration F, à cible absorbante.....	86
 Tableau D.1 – Méthodes de dégazage de l'eau.....	 66
Tableau D.2 – Conditions de dégazage et d'ébullition.....	68
Tableau F.1 – Avantages et désavantages de différentes configurations.....	90

Annex A (informative) Additional information on various aspects of radiation force measurements	33
Annex B (normative) Basic formulae	57
Annex C (informative) Other methods of ultrasonic power measurement.....	63
Annex D (informative) Propagation medium and degassing.....	65
Annex E (informative) Radiation force measurement with diverging ultrasonic beams.....	75
Annex F (informative) Limitations associated with the balance arrangements.....	83
Bibliography.....	93
Figure 1 – Section through an absorbing target.....	31
Figure 2 – Linearity check: balance readout as a function of the input quantity	31
Figure D.1 – Example of dissolved oxygen concentration as a function of time for 200 ml of vacuum degassed water in a glass with liquid surface area of 34 cm ²	69
Figure D.2 – Dissolved oxygen concentration as a function of time for 2 g/l, 4 g/l and 6 g/l of sodium sulphite in de-mineralized water and for different surface areas and volumes of water.....	71
Figure E.1 – Piston result (oscillating curve) for P/cF as a function of ka with "peak" approximation (unbroken line) and the central, half-way curve (broken line) representing the correction factor <i>corr.</i>	77
Figure E.2 – P/cF as a function of ka for four different pseudo-trapezoidal amplitude distributions, with $\varepsilon = 0$ (piston) (solid); $\varepsilon = 0,1$ (dash); $\varepsilon = 0,5$ (dot); $\varepsilon = 0,6$ (dash/dot).....	77
Figure E.3 – Ratio of the radiation conductance G as obtained using a convex-conical reflecting target with a cone half-angle of 45° to an absorbing target versus the value of ka for 11 different transducers to be used in physiotherapy and 3 different laboratories [26].....	81
Figure F.1 – Arrangement A, with absorbing (a) or reflecting (b) target	85
Figure F.2 – Arrangement B, with convex-conical reflecting target	85
Figure F.3 – Arrangement B, with absorbing target	85
Figure F.4 – Arrangement C, with absorbing target	87
Figure F.5 – Arrangement D, with absorbing (a) or concave-conical reflecting (b) target	87
Figure F.6 – Arrangement E, with convex-conical reflecting target	87
Figure F.7 – Arrangement F, with absorbing target	87
Table D.1 – Water degassing methods.....	67
Table D.2 – Conditions for degassing by boiling.....	69
Table F.1 – Advantages and disadvantages of different arrangements.....	91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – MESURAGE DE PUISSANCE – BALANCES DE FORCES DE RAYONNEMENT ET EXIGENCES DE FONCTIONNEMENT

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentés, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées, en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à l'une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou du crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61161 a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

La présente deuxième édition de la CEI 61161 annule et remplace la première édition publiée en 1992 et son amendement 1 (1998). Elle constitue une révision technique. Les principales modifications sont:

- le corps de la norme a été limité au texte normatif;
- le texte informatif concernant les aspects correspondants du mesurage de puissance des ultrasons et des balances de forces de rayonnement a été introduit dans l'Annexe A;
- les Annexes A, D, E et F sont nouvelles;
- plusieurs configurations de balance de force de rayonnement sont traitées. Le nouveau texte concerne particulièrement le mesurage de puissance des dispositifs de physiothérapie à ultrasons.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ULTRASONICS – POWER MEASUREMENT –
RADIATION FORCE BALANCES AND PERFORMANCE REQUIREMENTS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61161 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics

This second edition of IEC 61161 cancels and replaces the first edition published in 1992, and its Amendment 1 (1998). It constitutes a technical revision. The main significant changes are:

- the main body of the Standard has been restricted to normative statements;
- informative statements on corresponding aspects of ultrasonic power measurement and radiation force balances have been collected in Annex A;
- Annexes A, D, E and F are new;
- more radiation force balance arrangements are dealt with. The new material relates particularly to power measurement of ultrasonic physiotherapy devices.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
87/325/CDV	87/358/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

NOTE Les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences: caractères romains
- Notes: petits caractères romains
- Les mots en **caractères gras** dans le texte sont définis à l'Article 3.
- Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie, (voir après les annexes).

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera:

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

Enquiry draft	Report on voting
87/325/CDV	87/358/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

NOTE The following print types are used:

- Requirements: roman type
- Notes: in small roman type
- Words in **bold** in the text are defined in Clause 3.
- The numbers in square brackets refer to the Bibliography (after the annexes).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://www.pre.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Il existe plusieurs méthodes de mesurage pour la détermination de la puissance totale émise par des transducteurs ultrasonores ([1], [2], [3] ; voir aussi l'Annexe C). L'objet de la présente Norme internationale est d'établir des méthodes de mesurage de la puissance ultrasonore dans des liquides dans la plage inférieure de fréquences mégahertz sur base du mesurage de la force de rayonnement en utilisant une balance gravimétrique. L'avantage majeur du mesurage de la force de rayonnement 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. La présente norme énumère les sources d'erreurs et décrit une procédure pas à pas systématique pour évaluer les incertitudes de mesurage globales ainsi que les précautions qu'il convient de prendre et les incertitudes qu'il convient de prendre en compte lors de l'exécution de mesurages de puissance.

Des exigences de sécurité de base pour des appareils de physiothérapie à ultrasons sont identifiées dans la CEI 60601-2-5 et font référence à la CEI 61689, qui spécifie le besoin de mesurages de puissance acoustique avec une incertitude inférieure à $\pm 15\%$. En considérant la dégradation de précision habituelle lors de l'application pratique de cette norme, des méthodes de mesurage de référence doivent être établies avec des incertitudes inférieures à $\pm 7\%$. Des exigences de déclaration d'appareils de diagnostic à ultrason incluant la puissance acoustique sont spécifiées dans d'autres normes CEI, telles que la CEI 61157.

Le mesurage fiable, précis et répétable de la puissance acoustique en utilisant une balance de forces de rayonnement tel qu'il est défini dans cette norme est influencé par un certain nombre de problèmes pratiques. Des informations supplémentaires sont fournies en Annexe A comme guide pour l'utilisateur, en employant la même numérotation de section et de paragraphe que dans le corps principal du document.

INTRODUCTION

A number of measuring methods exist for the determination of the total emitted power of ultrasonic transducers ([1], [2], [3], see also Annex C). The purpose of this International Standard is to establish standard methods of measurement of ultrasonic power in liquids in the lower 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. This standard identifies the sources of errors and describes a systematic step-by-step procedure to assess overall measurement uncertainty as well as the precautions that should be undertaken, and uncertainties that should be taken into account, while performing power measurements

Basic safety requirements for ultrasonic physiotherapy devices are identified in IEC 60601-2-5 and make reference to IEC 61689, which specifies the need for acoustic power measurements with an uncertainty better than $\pm 15\%$. Considering the usual degradation of accuracy in the practical application of this standard, reference measurement methods need to be established with uncertainties better than $\pm 7\%$. Ultrasonic diagnostic device declaration requirements, including acoustic power, are specified in other IEC standards, as for example in IEC 61157.

The measurement of acoustic power accurately, precisely and repeatably using a radiation force balance as defined in this standard is influenced by a number of practical problems. As a guide to the user, additional information is provided in Annex A using the same section and clause numbering as the main body.

ULTRASONS – MESURAGE DE PUISSANCE – BALANCES DE FORCES DE RAYONNEMENT ET EXIGENCES DE FONCTIONNEMENT

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale

- prescrit une méthode pour déterminer la puissance ultrasonore totale émise par des transducteurs ultrasonores, basée sur l'usage d'une balance de forces de rayonnement;
- établit les principes généraux pour utiliser les balances de forces de rayonnement dans lesquelles un obstacle dénommé cible intercepte le champ acoustique à mesurer;
- établit des limitations de la méthode de forces de rayonnement relatives à la cavitation et à l'élévation de la température;
- établit des limitations quantitatives de la méthode de forces de rayonnement par rapport aux faisceaux divergents;
- fournit des informations concernant l'évaluation des incertitudes de mesurage globales.

Cette Norme internationale est applicable:

- au mesurage de la puissance ultrasonore jusqu'à 1 W par utilisation d'une balance de forces de rayonnement dans la plage de fréquence de 0,5 MHz à 25 MHz;
- au mesurage de la puissance ultrasonore jusqu'à 20 W par utilisation d'une balance de forces de rayonnement dans la plage de fréquence de 0,75 MHz à 5 MHz;
- au mesurage de la puissance ultrasonore totale de transducteurs, avec des faisceaux possédant de préférence une bonne collimation;
- à l'utilisation de balances de forces de rayonnement de type gravimétrique ou à retour de force.

NOTE Une liste de toutes les publications auxquelles il est fait référence dans la présente Norme est donnée dans la Bibliographie.

2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

CEI 60050, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique, Chapitre 802: Ultrasons*

CEI 60854:1986, *Méthodes de mesure des caractéristiques des appareils à impulsions ultrasonores utilisés pour le diagnostic*

CEI 60866:1987, *Caractéristiques et étalonnage des hydrophones fonctionnant dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz*

CEI 61101:1991, *L'étalonnage absolu des hydrophones par la technique du balayage planaire dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz*

CEI 61102:1991, *Mesurage et caractérisation des champs ultrasonores à l'aide d'hydrophones dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz*

CEI 61689:1996, *Ultrasons – Systèmes pour physiothérapie – Prescriptions de performance et méthodes de mesure dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 5 MHz*

CEI 61846:1998, *Ultrasons – Lithotripteurs à ondes de pression – Caractéristiques des champs (disponible en anglais seulement)*

ULTRASONICS – POWER MEASUREMENT – RADIATION FORCE BALANCES AND PERFORMANCE REQUIREMENTS

1 Scope

This International Standard

- specifies a method of determining the total emitted 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;
- establishes limitations of the radiation force method related to cavitation and temperature rise;
- establishes quantitative limitations of the radiation force method in relation to diverging and focused beams;
- provides information on assessment of overall measurement uncertainties.

This International Standard is applicable to:

- the measurement of ultrasonic power up to 1 W based on the use of a radiation force balance in the frequency range from 0,5 MHz to 25 MHz;
- the measurement of ultrasonic power up to 20 W based on the use of a radiation force balance in the frequency range 0,75 MHz to 5 MHz;
- the measurement of total ultrasonic power of transducers, preferably with well-collimated beams;
- the use of radiation force balances of the gravimetric type or force feedback type.

NOTE The titles of all publications referred to in this Standard are listed in the Bibliography.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 801: Acoustics and Electroacoustics, Chapter 802: Ultrasonics*

IEC 60854:1986, *Methods of measuring the performance of ultrasonic pulse-echo diagnostic equipment*

IEC 60866:1987, *Characteristics and calibration of hydrophones for operation in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*

IEC 61101:1991, *The absolute calibration of hydrophones using the planar scanning technique in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*

IEC 61102:1991, *Measurement and characterisation of ultrasonic fields using hydrophones in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*

IEC 61689:1996, *Ultrasonics – Physiotherapy systems – Performance requirements and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz*

IEC 61846:1998, *Ultrasonics – Pressure pulse lithotripters – Characteristics of fields*