



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Ultrasonics – Power measurement – High intensity therapeutic ultrasound (HITU) transducers and systems**

**Ultrasons – Mesurage de puissance – Transducteurs et systèmes ultrasonores thérapeutiques de haute intensité (HITU)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XA**  
CODE PRIX

ICS 17.140.50

ISBN 978-2-8322-1163-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references .....	8
3 Terms and definitions .....	8
4 List of symbols .....	11
5 Power measurement for HITU equipment.....	12
6 Radiation force on a target .....	13
6.1 General.....	13
6.2 Requirements for equipment .....	14
6.2.1 Target type .....	14
6.2.2 Target diameter .....	15
6.2.3 Balance / force measuring system .....	15
6.2.4 System tank.....	15
6.2.5 Target support structures.....	15
6.2.6 Transducer positioning .....	15
6.2.7 Anti-streaming foils.....	15
6.2.8 Transducer coupling .....	16
6.2.9 Calibration and stability .....	16
6.3 Requirements for measuring conditions .....	16
6.3.1 Lateral target position .....	16
6.3.2 Transducer/target separation .....	16
6.3.3 Water .....	16
6.3.4 Water contact .....	17
6.3.5 Environmental conditions.....	17
6.3.6 Thermal drifts .....	17
6.4 Measurement uncertainty.....	17
6.4.1 General .....	17
6.4.2 Non-planar ultrasound field.....	17
6.4.3 Balance system with target suspension.....	17
6.4.4 Linearity and resolution of the balance system.....	17
6.4.5 Extrapolation to the moment of switching the ultrasonic transducer .....	18
6.4.6 Target imperfections.....	18
6.4.7 Reflecting target geometry.....	18
6.4.8 Lateral absorbers in the case of reflecting target measurements .....	18
6.4.9 Target misalignment .....	18
6.4.10 Ultrasonic transducer misalignment .....	18
6.4.11 Water temperature .....	18
6.4.12 Ultrasonic attenuation and acoustic streaming .....	19
6.4.13 Foil properties .....	19
6.4.14 Finite target size.....	19
6.4.15 Environmental influences.....	19
6.4.16 Excitation voltage measurement .....	19
6.4.17 Ultrasonic transducer temperature .....	19
6.4.18 Nonlinearity .....	19

6.4.19	Other sources .....	19
6.5	Calculation of output power .....	20
7	Buoyancy change of a target .....	20
7.1	General .....	20
7.2	Requirements for equipment .....	21
7.2.1	Target type .....	21
7.2.2	Entry window diameter .....	22
7.2.3	Balance / force measuring system .....	22
7.2.4	System tank .....	22
7.2.5	Target support structures .....	22
7.2.6	Transducer positioning .....	22
7.2.7	Anti-streaming foils .....	22
7.2.8	Transducer coupling .....	23
7.2.9	Calibration .....	23
7.3	Requirements for measuring conditions .....	23
7.3.1	Lateral target position .....	23
7.3.2	Transducer/Target separation .....	23
7.3.3	Water .....	23
7.3.4	Water contact .....	24
7.3.5	Environmental conditions .....	24
7.3.6	Thermal drifts .....	24
7.4	Measurement uncertainty .....	24
7.4.1	General .....	24
7.4.2	Buoyancy sensitivity .....	24
7.4.3	Non-planar ultrasound field .....	24
7.4.4	Balance system including target suspension .....	24
7.4.5	Linearity and resolution of the balance system .....	24
7.4.6	Curve-fitting and extrapolation .....	25
7.4.7	Water temperature .....	25
7.4.8	Ultrasonic attenuation and acoustic streaming .....	25
7.4.9	Foil properties .....	25
7.4.10	Finite target size .....	25
7.4.11	Environmental influences .....	25
7.4.12	Excitation voltage measurement .....	25
7.4.13	Ultrasonic transducer temperature .....	26
7.4.14	Nonlinearity .....	26
7.4.15	Other sources .....	26
7.5	Calculation of output power .....	26
8	Electrical characteristics .....	26
8.1	Electrical impedance .....	26
8.2	Radiation conductance .....	26
8.3	Efficiency .....	27
Annex A (informative)	Other measurement methods .....	28
Annex B (informative)	Target size .....	29
Annex C (informative)	Formulae for radiation force .....	31
Annex D (informative)	Expansion method .....	36
Annex E (informative)	Influence of attenuation and acoustic streaming on determining incident and output powers .....	42

Annex F (informative) Avoidance of cavitation.....	45
Annex G (informative) Transducer efficiency.....	46
Bibliography.....	54
Figure 1 – Linearity check: balance readout as a function of the input quantity .....	20
Figure C.1 – Correction factor of plane wave for the acoustic field of a circular plane piston ultrasonic transducer as a function of the product of the circular wavenumber and transducer radius .....	33
Figure D.1 – Schematic diagram of an expansion target. ....	36
Figure D.2 – Example of weight vs time sequence .....	37
Figure D.3 – Time history of the apparent mass of the castor oil target at different frequencies following an insonation of approximately 1 W acoustic power for a period of 10 s .....	40
Figure G.1 – Electrical voltage source under different loading conditions .....	52
Figure G.2 – Electrical voltage source and electrical matching network and transducer equivalent circuit.....	52
Figure G.3 – Diagram illustrating electrical loss. ....	53
Table D.1 – Selected properties of Acros® Organics castor oil in the range 10 °C to 60 °C .....	39
Table D.2 – Absorption coefficient of castor oil as a function of temperature .....	41

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ULTRASONICS – POWER MEASUREMENT –  
HIGH INTENSITY THERAPEUTIC ULTRASOUND (HITU)  
TRANSDUCERS AND SYSTEMS**

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 that 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62555 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics

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

FDIS	Report on voting
87/538/FDIS	87/543/RVD

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 references given in the Bibliography which follows Annex G.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.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

In ultrasound fields at megahertz frequencies, output power is typically determined by measuring the force on a target using a radiation force balance [1],[2],[3]. However, the relationship between the radiation force and the output power is affected by the focusing or other geometrical aspects of the field, by the type and shape of the target, by the distance of the target from the transducer, by absorption (including 'shock-loss') in the water path, and by acoustic streaming currents. Whilst many of these effects are small for typical diagnostic or physiotherapy ultrasound fields, they cannot generally be ignored for HITU fields (particularly for those often referred to as high intensity focused ultrasound HIFU) [4]. Furthermore, in HITU, the quantity of interest is the power incident on the patient rather than the output power at the transducer face. Since it is common to have a water stand-off between the transducer and the patient, attenuation and shock-loss in the water path may be significant and will vary depending upon the chosen distance.

The purpose of this International Standard is to establish standard methods of measurement of ultrasonic power of HITU devices in liquids in the lower megahertz frequency range based on the measurement of the radiation force using a gravimetric balance, and calorimetry (based on the measurement of thermal expansion). 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. Practical guidance is given for the determination of acoustic power from the very wide range of transducer geometries used for HITU. Unlike radiation force approaches in IEC 61161 that deal with "time average power," other power measurement methods are described in this document.

The structure and content of parts of this International Standard are largely based on IEC 61161:2013 but there are differences that are summarised below. In this standard the prime measurand is considered to be the incident power, and not the output power. Output power is always the quantity of interest in IEC 61161, which specifies that measurements are made with the target placed close to the transducer. However, this may not always be possible for strongly convergent transducers and there are cases where it is more relevant to measure the incident power which reaches a specified surface at some substantial distance from the transducer (this surface may represent the skin surface of the patient, for instance). This extra distance may result in significant nonlinear loss in the water path even at low megahertz frequencies. Consequently, in this International Standard the prime measurand is considered to be the incident power, and not the output power. The incident power may of course be the basis for determining the output power using an appropriate model with its own uncertainties.

# ULTRASONICS – POWER MEASUREMENT – HIGH INTENSITY THERAPEUTIC ULTRASOUND (HITU) TRANSDUCERS AND SYSTEMS

## 1 Scope

This International Standard

- establishes general principles relevant to **HITU** fields for the use of **radiation force** balances in which an obstacle (**target**) intercepts the sound field to be measured;
- specifies a calorimetric method of determining the total emitted acoustic power of **ultrasonic transducers** based on the measurement of thermal expansion of a fluid-filled target;
- specifies requirements related to the statement of electrical power characteristics of **ultrasonic transducers**;
- provides guidance related to the avoidance of acoustic cavitation during measurement;
- provides guidance related to the measurement of HITU transducers of different construction and geometry, including collimated, diverging and convergent transducers, and multi-element transducers;
- provides guidance on the choice of the most appropriate measurement method;
- provides information on assessment of overall measurement uncertainties.

This International Standard is applicable to the measurement of ultrasonic power generated by **HITU equipment** up to 500 W in the frequency range from 0,5 MHz to 5 MHz. **HITU equipment** may generate convergent, collimated or divergent fields.

For frequencies less than 500 kHz, no validations exist and the user should assess the uncertainties of the power measurement and measurement system at the frequencies of operation.

This International Standard does not apply to:

- ultrasound equipment used for physiotherapy, for lithotripsy for general pain relief.

## 2 Normative references

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

IEC 61161:2013, *Ultrasonics – Power measurement – Radiation force balances and performance requirements*

IEC/TR 62781, *Ultrasonics – Conditioning of water for ultrasonic measurements*



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	59
INTRODUCTION.....	61
1 Domaine d'application .....	62
2 Références normatives .....	62
3 Termes et définitions .....	63
4 Liste des symboles .....	66
5 Mesurage de puissance pour les appareils HITU .....	67
6 Force de rayonnement sur une cible .....	67
6.1 Généralités.....	67
6.2 Exigences applicables aux appareils .....	68
6.2.1 Types de cibles .....	68
6.2.2 Diamètre de la cible.....	69
6.2.3 Balance / système de mesurage de force .....	69
6.2.4 Réservoir du système .....	70
6.2.5 Structures de support de cible .....	70
6.2.6 Positionnement du transducteur .....	70
6.2.7 Feuilletts contre les courants .....	70
6.2.8 Couplage du transducteur.....	70
6.2.9 Étalonnage et stabilité .....	70
6.3 Exigences applicables aux conditions de mesurage.....	71
6.3.1 Positionnement latéral de la cible .....	71
6.3.2 Distance du transducteur à la cible .....	71
6.3.3 Eau .....	71
6.3.4 Contact avec l'eau .....	71
6.3.5 Conditions d'environnement.....	71
6.3.6 Dérives thermiques.....	72
6.4 Incertitude de mesure.....	72
6.4.1 Généralités.....	72
6.4.2 Champ ultrasonore non-planaire.....	72
6.4.3 Système de balance à suspension de cible.....	72
6.4.4 Linéarité et résolution du système de balance .....	72
6.4.5 Extrapolation au moment de la commutation du transducteur ultrasonore .....	73
6.4.6 Imperfections de la cible.....	73
6.4.7 Géométrie de la cible réfléchissante .....	73
6.4.8 Absorbeurs latéraux dans le cas de mesurages d'une cible réfléchissante .....	73
6.4.9 Désalignement de la cible.....	73
6.4.10 Désalignement du transducteur ultrasonore .....	73
6.4.11 Température de l'eau.....	73
6.4.12 Atténuation ultrasonore et courant acoustique .....	73
6.4.13 Propriétés du feuillet.....	73
6.4.14 Taille de cible finie.....	74
6.4.15 Influences de l'environnement .....	74
6.4.16 Mesurage de la tension d'excitation .....	74
6.4.17 Température du transducteur ultrasonore .....	74
6.4.18 Non-linéarité.....	74

6.4.19	Autres sources .....	74
6.5	Calcul de la puissance de sortie .....	74
7	Variation de flottabilité d'une cible .....	75
7.1	Généralités.....	75
7.2	Exigences applicables aux appareils .....	76
7.2.1	Types de cibles .....	76
7.2.2	Diamètre de la fenêtre d'entrée.....	77
7.2.3	Balance / système de mesurage de force .....	77
7.2.4	Réservoir du système .....	77
7.2.5	Structures de support de cible .....	77
7.2.6	Positionnement du transducteur .....	77
7.2.7	Feuillets contre les courants .....	77
7.2.8	Couplage du transducteur.....	78
7.2.9	Étalonnage .....	78
7.3	Exigences applicables aux conditions de mesurage.....	78
7.3.1	Positionnement latéral de la cible .....	78
7.3.2	Distance du transducteur à la cible .....	78
7.3.3	Eau .....	78
7.3.4	Contact avec l'eau .....	79
7.3.5	Conditions d'environnement.....	79
7.3.6	Dérives thermiques.....	79
7.4	Incertitude de mesure.....	79
7.4.1	Généralités.....	79
7.4.2	Sensibilité à la flottabilité.....	79
7.4.3	Champ ultrasonore non-planaire.....	79
7.4.4	Système de balance à suspension de cible.....	80
7.4.5	Linéarité et résolution du système de balance .....	80
7.4.6	Ajustement de courbe et extrapolation .....	80
7.4.7	Température de l'eau.....	80
7.4.8	Atténuation ultrasonore et courant acoustique .....	80
7.4.9	Propriétés de feuillet.....	81
7.4.10	Taille de cible finie.....	81
7.4.11	Influences de l'environnement .....	81
7.4.12	Mesurage de la tension d'excitation .....	81
7.4.13	Température du transducteur ultrasonore .....	81
7.4.14	Non-linéarité.....	81
7.4.15	Autres sources .....	81
7.5	Calcul de la puissance de sortie .....	81
8	Caractéristiques électriques .....	82
8.1	Impédance électrique .....	82
8.2	Conductance de rayonnement effective .....	82
8.3	Rendement.....	82
	Annexe A (informative) Autres méthodes de mesurage .....	84
	Annexe B (informative) Taille de cible .....	85
	Annexe C (informative) Formules pour la force de rayonnement .....	87
	Annexe D (informative) Méthode de la dilatation .....	92
	Annexe E (informative) Influence de l'atténuation et des courants acoustiques pour la détermination de la puissance incidente et de la puissance de sortie .....	99

Annexe F (informative) Prévention de la cavitation .....	103
Annexe G (informative) Rendement du transducteur .....	104
Bibliographie.....	112
Figure 1 – Vérification de la linéarité: lecture de balance en fonction de la grandeur d'entrée .....	75
Figure C.1 Facteur de correction d'onde plane pour le champ acoustique d'un transducteur ultrasonore circulaire plan fonctionnant en piston, en fonction du produit du nombre d'onde circulaire et du rayon du transducteur .....	89
Figure D.1 – Diagramme schématique d'une cible de dilatation.....	92
Figure D.2 – Exemple de séquence poids/temps.....	93
Figure D.3 – Diagramme d'évolution de la masse apparente de la cible remplie d'huile de ricin à différentes fréquences, après insonation à une puissance acoustique d'environ 1 W pendant 10 s.....	97
Figure G.1 – Source de tension électrique dans différentes conditions de charge .....	110
Figure G.2 – Source de tension électrique, réseau d'adaptation électrique et circuit équivalent de transducteur.....	110
Figure G.3 – Diagramme des pertes électriques.....	111
Tableau D.1 – Valeurs sélectionnées de l'huile de ricin Acros® Organics dans la plage de températures de 10 °C à 60 °C .....	96
Tableau D.2 – Coefficient d'absorption de l'huile de ricin en fonction de la température .....	98

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### ULTRASONS – MESURAGE DE PUISSANCE – TRANSDUCTEURS ET SYSTÈMES ULTRASONORES THÉRAPEUTIQUES DE HAUTE INTENSITÉ (HITU)

#### 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 représentent, 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 au 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62555 a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
87/538/FDIS	87/543/RVD

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 employés:

- Exigences: caractères romains

- Notes: petits caractères
- Les termes en **gras** dans le texte sont définis à l'Article 3.
- Les chiffres entre parenthèses renvoient aux références données dans la Bibliographie qui suit l'Annexe G.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

## INTRODUCTION

Dans des champs d'ultrasons, aux gammes de fréquences mégahertz, la puissance de sortie est généralement déterminée en mesurant la force sur une cible au moyen d'une balance de forces de rayonnement [1],[2],[3]. Cependant, la relation entre la force de rayonnement et la puissance de sortie est influencée par la focalisation ou autres aspects géométriques du champ, par le type et la forme de la cible, par la distance de la cible au transducteur, par l'absorption (y compris la "perte par choc") dans le chemin d'eau et par les courants acoustiques. Même si bon nombre de ces effets sont infimes pour des champs ultrasonores typiques de diagnostic ou de physiothérapie, ils ne peuvent pas en général être ignorés pour les champs HITU (notamment pour ceux communément désignés comme des champs ultrasonores focalisés de haute intensité HIFU) [4]. En outre, dans les HITU, la grandeur d'intérêt est la puissance incidente sur le patient plutôt que la puissance de sortie à la face du transducteur. Sachant qu'il y a souvent un chemin d'eau isolant entre le transducteur et le patient, l'atténuation et la perte par choc dans le chemin d'eau peuvent être significatives et varieront en fonction de la distance choisie.

L'objet de la présente Norme internationale est d'établir des méthodes de mesurage normalisées de la puissance ultrasonore des dispositifs HITU dans des liquides dans la plage inférieure des fréquences mégahertz, sur la base du mesurage de la force de rayonnement en utilisant une balance gravimétrique et la calorimétrie (en mesurant la dilatation thermique). La présente norme identifie les sources d'erreurs et décrit une procédure pas à pas systématique pour évaluer les incertitudes de mesure globales ainsi que les précautions et les incertitudes qu'il convient de prendre en compte lors de l'exécution de mesurages de puissance. Elle donne des recommandations pratiques pour la détermination de la puissance acoustique générée par la très large gamme de géométries de transducteurs utilisées dans les HITU. Contrairement aux approches "force de rayonnement" de la CEI 61161 qui traitent de la "moyenne temporelle de la puissance", le présent document décrit d'autres méthodes de mesurage de la puissance.

La structure et le contenu des différentes parties de la présente Norme internationale sont en grande partie fondés sur la CEI 61161:2013; cependant, ils présentent des différences qui sont résumées ci-dessous. Dans la présente norme, le principal mesurande est considéré être la puissance incidente et non la puissance de sortie. La puissance de sortie est toujours la grandeur d'intérêt dans la CEI 61161, qui précise que les mesurages sont effectués en plaçant la cible à proximité du transducteur. Cependant, cela peut ne pas être toujours possible pour des transducteurs fortement focalisés et dans certains cas il est plus pertinent de mesurer la puissance incidente qui atteint une surface spécifiée, à une certaine distance substantielle du transducteur (cette surface peut être la surface de la peau du patient, par exemple). Cette distance supplémentaire peut donner lieu à une perte non linéaire significative dans le chemin d'eau même à de basses fréquences mégahertz. De ce fait, dans la présente Norme internationale, le principal mesurande est considéré être la puissance incidente et non la puissance de sortie. La puissance incidente peut bien entendu être utilisée pour déterminer la puissance de sortie, au moyen d'un modèle approprié tenant compte de ses propres incertitudes.

## ULTRASONS – MESURAGE DE PUISSANCE – TRANSDUCTEURS ET SYSTÈMES ULTRASONORES THÉRAPEUTIQUES DE HAUTE INTENSITÉ (HITU)

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale

- établit les principes généraux, applicables aux champs **HITU**, permettant d'utiliser les balances de **forces de rayonnement** dans lesquelles un obstacle (**cible**) intercepte le champ acoustique à mesurer;
- spécifie une méthode calorimétrique de détermination de la puissance acoustique totale émise par des **transducteurs ultrasonores**, en se fondant sur le mesurage de la dilatation thermique d'un fluide cible;
- spécifie les exigences relatives à la déclaration des caractéristiques de la puissance électrique des **transducteurs ultrasonores**;
- fournit des recommandations permettant d'éviter la cavitation acoustique au cours du mesurage;
- donne des lignes directrices pour le mesurage des transducteurs HITU de différentes constructions et géométries, y compris les transducteurs non focalisants, divergents et focalisants ainsi que les transducteurs à éléments multiples;
- fournit des recommandations quant au choix de la méthode de mesurage la plus appropriée;
- fournit des informations concernant l'évaluation des incertitudes de mesure globales.

La présente Norme Internationale s'applique au mesurage de la puissance ultrasonore générée par des **appareils HITU**, atteignant jusqu'à 500 W, dans la gamme des fréquences de 0,5 MHz à 5 MHz. Les **appareils HITU** peuvent générer des champs focalisés, non focalisés ou divergents.

Il n'existe aucune validation pour les fréquences inférieures à 500 kHz. Il convient que l'utilisateur évalue les incertitudes de mesure de la puissance et du système de mesure aux fréquences de fonctionnement utilisées.

La présente Norme internationale ne s'applique pas:

- aux appareils à ultrasons utilisés pour la physiothérapie, pour la lithotritie ou pour soulager la douleur de manière générale.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61161:2013, *Ultrasons – Mesurage de puissance – Balances de forces de rayonnement et exigences de fonctionnement*

CEI/TR 62781, *Ultrasonics - Conditioning of water for ultrasonic measurements* (disponible en anglais seulement)