



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Ultrasonics – Hydrophones –
Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz**

**Ultrasons – Hydrophones –
Partie 2: Etalonnage des champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 11.040.50

ISBN 978-2-8322-0649-2

**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

CONTENTS	2
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms, definitions and symbols.....	9
4 List of symbols.....	15
5 Overview of calibration procedures	17
5.1 Principles	17
5.2 Summary of calibration procedures.....	18
5.3 Reporting of results	19
5.4 Recommended calibration periods	21
6 Generic requirements of a hydrophone calibration system	21
6.1 Mechanical positioning.....	21
6.1.1 General	21
6.1.2 Accuracy of the axial hydrophone position.....	21
6.1.3 Accuracy of the lateral hydrophone position.....	21
6.2 Temperature measurements and temperature stability	22
6.3 Hydrophone size.....	22
6.4 Measurement vessel and water properties	22
6.5 Measurement of output voltage.....	23
7 Electrical considerations	23
7.1 Signal type	23
7.2 Earthing.....	23
7.3 Measurement of hydrophone output voltage	24
7.3.1 General	24
7.3.2 Electrical loading by measuring instrument.....	24
7.3.3 Electrical loading by extension cables	24
7.3.4 Noise.....	24
7.3.5 Cross-talk (radio-frequency <i>rf</i> pick-up) and acoustic interference	25
7.3.6 Integral hydrophone pre-amplifiers	25
8 Preparation of hydrophones	25
8.1 General	25
8.2 Wetting.....	25
8.3 Hydrophone support	25
8.4 Influence of cable	26
9 Free field reciprocity calibration	26
9.1 General	26
9.2 Object	26
9.3 General principles.....	26
9.3.1 General	26
9.3.2 Three-transducer reciprocity calibration method	26
9.3.3 Self-reciprocity calibration method	26
9.3.4 Two-transducer reciprocity calibration method.....	27

9.4	Two-transducer reciprocity calibration method.....	27
9.4.1	Apparatus	27
9.4.2	Procedure.....	27
10	Free field calibration by planar scanning	27
10.1	General	27
10.2	Object	27
10.3	General principle	28
10.4	Procedural requirements.....	29
10.4.1	Hydrophone scanning	29
10.5	Procedure.....	29
10.5.1	Power measurement	29
10.5.2	Transducer mounting	30
10.5.3	Measurement conditions	30
10.5.4	Measurements	30
10.6	Corrections and sources of uncertainty	30
11	Free field calibration by optical interferometry	30
11.1	General	30
11.2	Principle	31
12	Calibration by comparison using a standard hydrophone	31
12.1	General	31
12.2	Object	31
12.3	Principle	31
12.4	Procedural requirements.....	32
12.4.1	Source transducer	32
12.4.2	Source transducer drive signal	32
12.4.3	Measurement system	32
12.5	Procedure.....	32
12.5.1	Measurements (Type I): determination of the directional response of a hydrophone.....	32
12.5.2	Measurements (Type II): calibration by comparison using a standard hydrophone.....	33
12.6	Maximum hydrophone size.....	33
	Annex A (informative) Assessment of uncertainty in free field calibration of hydrophones	35
	Annex B (informative) Behaviour of PVDF polymer sensors in high intensity ultrasonic fields.....	37
	Annex C (informative) Electrical loading corrections	40
	Annex D (informative) Absolute calibration of hydrophones using the planar scanning technique.....	41
	Annex E (informative) Properties of water.....	49
	Annex F (informative) The absolute calibration of hydrophones by optical interferometry up to 40 MHz	51
	Annex G (informative) Waveform concepts.....	61
	Annex H (informative) Time delay spectrometry – requirements and a brief review of the technique	71
	Annex I (informative) Determination of the phase response of hydrophones	74
	Annex J (informative) Maximum size considerations for the active element of a hydrophone	80

Annex K (informative) Two-transducer reciprocity calibration method	82
Bibliography	97
Figure F.1 – Experimental set-up of the interferometric foil technique	54
Figure F.2 – End-of-cable open-circuit sensitivity, M_C , of a coplanar membrane hydrophone	56
Figure F.3 – Hydrophone waveform generated by a 9 μ m coplanar membrane hydrophone positioned at the focus of a 5 MHz transducer (focal length 51 mm)	57
Figure F.4 – Interferometer (displacement) waveform generated with the pellicle positioned at the focus of the 5 MHz transducer (focal position 51 mm)	58
Figure F.5 – Frequency spectrum of the displacement waveform (lower curve) and the differentiated displacement waveform (upper curve)	58
Figure F.6 – Sensitivity of a 0,2 mm active element diameter of a 9 μ m bilaminar membrane hydrophone determined at 5 MHz intervals over the frequency range 5 MHz to 60 MHz.....	59
Figure G.1 – Coordinates of a field point, P, in the near field of a plane-circular source transducer of radius, a_t	68
Figure I.1 – Phase of end-of-cable open-circuit sensitivity for two membrane hydrophones	76
Figure I.2 – Phase of end-of-cable open-circuit sensitivity for a \varnothing 0,2 mm needle hydrophone	78
Figure K.1 – Experimental arrangement for the two-transducer reciprocity calibration method	95
Figure K.2 – Block diagram of the electrical circuit for the two-transducer reciprocity calibration method	95
Figure K.3 – The value of the term G_C (part of the correction factor k) plotted as a function of the normalized distance	96
Figure K.4 – Average pressure plotted against normalized distance for transducers of different size. Parameter is the ratio receiver/transmitter diameter (according to reference [7] in Clause K.12)	96
Table 1 – List of typical uncertainty values obtained by the calibration methods specified in this standard and for the frequency range listed here	19
Table E.1 – Speed of sound c [36, 37] and specific acoustic impedance, ρc , as a function of temperature, for propagation in water	49
Table G.1 – Temporal waveform and hydrophone position concepts described in this annex	61
Table I.1 – Example of uncertainties (where a coverage factor, $k = 2$, is used) for a HTDS phase calibration of a needle hydrophone with a diameter of 0,2 mm, expressed at a confidence level of 95 %	76

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ULTRASONICS – HYDROPHONES –

Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz

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.

This consolidated version of IEC 62127-2 consists of the first edition (2007) [documents 87/353/CDV and 87/372/RVC], its amendment 1 (2013) [documents 87/519/FDIS and 87/527/RVD] and its corrigendum of August 2008. It bears the edition number 1.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 62127-2 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics.

IEC 62127-1, IEC 62127-2 and IEC 62127-3 are being published simultaneously. Together these cancel and replace IEC 60866:1987, IEC 61101:1991, IEC 61102:1991, IEC 61220:1993 and IEC 62092:2001.

This bilingual version (2012-06) corresponds to the monolingual English version, published in 2007-08.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts of IEC 62127 series, published under the general title *Ultrasonics – Hydrophones*, can be found on the IEC website.

NOTE Words in **bold** in the text are defined in Clause 3.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

INTRODUCTION

The spatial and temporal distribution of acoustic pressure in an ultrasonic field in a liquid medium is commonly determined using miniature ultrasonic **hydrophones**. These devices are not absolute measurement instruments and require calibration. The purpose of this part of IEC 62127 is to specify those calibration methods to be used in determining the response of a **hydrophone** in the ultrasonic range, i.e. above 20 kHz up to a frequency of 40 MHz. The main **hydrophone** application in this context lies in the measurement of ultrasonic fields emitted by medical diagnostic equipment in water. **Hydrophone** behaviour over this wide frequency band is required in order to reliably characterize the acoustic parameters of the applied acoustic field. In particular, the frequency range above 15 MHz is important to fully characterize this equipment, primarily due to the increased appearance of high-frequency components in the ultrasonic signals, caused by ~~non-linear~~ **nonlinear** propagation. In addition, the number of medical ultrasonic systems that use frequencies above 15 MHz, particularly intra-operative probes, is growing. It has turned out in recent years that the **hydrophone** response below 0,5 MHz is also required to reliably determine the peak-negative (rarefactional) acoustic pressure.

While the term "**hydrophone**" can be used in a wider sense, it is understood here as referring to miniature piezoelectric **hydrophones**. It is this instrument type that is used today in various areas of medical ultrasonics and, in particular, to characterize quantitatively the field structure of medical diagnostic instruments. With regard to other pressure sensor types, such as those based on fibre optics, some of the requirements of this standard are applicable to these as well but others are not. If in the future these other "**hydrophone**" types gain more importance in field measurement practice, their characteristics and calibration will have to be dealt with in a revised version of this standard or in a separate one.

NOTE This standard covers the ultrasonic frequency range, from 20 kHz to an upper frequency of 40 MHz. Standards dealing with **hydrophone** properties (IEC 62127-3) and **hydrophone** use (IEC 62127-1) are being developed in parallel as part of a programme of maintenance activities aimed at restructuring and merging, where possible, all existing ultrasonic **hydrophone** standards. This will eventually lead to unified standards covering the whole field of practical **hydrophone** application.

ULTRASONICS – HYDROPHONES –

Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz

1 Scope

This part of IEC 62127 specifies:

- absolute **hydrophone** calibration methods;
- relative (comparative) **hydrophone** calibration methods.

Recommendations and references to accepted literature are made for the various relative and absolute calibration methods in the frequency range covered by this standard.

This standard is applicable to

- **hydrophones** used for measurements made in water and in the ultrasonic frequency range up to 40 MHz;

NOTE 1 Although some physiotherapy medical applications of medical ultrasound are developing which operate in the frequency range 40 kHz to 100 kHz, the primary frequency range of diagnostic imaging remains above 2 MHz. It has recently been established that, even in the latter case, the **hydrophone** response at substantially lower frequencies can influence measurements made of key acoustic parameters [1].

- **hydrophones** employing circular piezoelectric sensor elements, designed to measure the pulsed wave and continuous wave ultrasonic fields generated by ultrasonic equipment;

NOTE 2 Some hydrophones can have non-circular active elements, arising from slight deviations from a circular structure caused, for example by electrode structure, or conversely, the active elements can actually be squares. The clauses within this standard remain valid, although, in these cases, special attention should be paid to the directional response and to the effective radii of the active element through various axes of rotation.

- **hydrophones** with or without a hydrophone pre-amplifier.

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 60050-801:~~1994~~, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 801: Acoustics and electroacoustics*

IEC 60565, *Underwater acoustics – Hydrophones – Calibration in the frequency range 0,01 Hz to 1 MHz*

IEC 61161:~~2006~~, *Ultrasonics – Power measurement – Radiation force balances and performance requirements*

IEC 61828:~~2006~~, *Ultrasonics – Focusing transducers – Definitions and measurement methods for the transmitted fields*

IEC 62127-1:~~2007~~, *Ultrasonics – Hydrophones – Part 1: Measurement and characterization of medical ultrasonic fields up to 40 MHz*

Amendment 1:2013

IEC 62127-3, *Ultrasonics – Hydrophones – Part 3: Properties of hydrophones for ultrasonic fields up to 40 MHz*

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	102
AVANT-PROPOS.....	105
INTRODUCTION.....	107
1	Domaine d'application..... 108
2	Références normatives..... 108
3	Termes, définitions et symboles..... 109
4	Liste des symboles..... 115
5	Présentation des modes opératoires d'étalonnage..... 118
5.1	Principes..... 118
5.2	Récapitulatif des modes opératoires d'étalonnage..... 119
5.3	Déclaration des résultats..... 120
5.4	Périodes d'étalonnage recommandées..... 122
6	Exigences génériques d'un système d'étalonnage d'hydrophone..... 122
6.1	Positionnement mécanique..... 122
6.1.1	Généralités..... 122
6.1.2	Précision de la position axiale de l'hydrophone..... 122
6.1.3	Précision de la position latérale de l'hydrophone..... 122
6.2	Mesures et stabilité de la température..... 123
6.3	Dimension de l'hydrophone..... 123
6.4	Récipient de mesure et propriétés de l'eau..... 123
6.5	Mesure de la tension de sortie..... 124
7	Considérations électriques..... 124
7.1	Type de signal..... 124
7.2	Mise à la masse..... 125
7.3	Mesure de la tension de sortie de l'hydrophone..... 125
7.3.1	Généralités..... 125
7.3.2	Charge électrique avec appareil de mesure..... 125
7.3.3	Charge électrique par rallonges de câble..... 125
7.3.4	Bruit..... 126
7.3.5	Diaphonie (capteur de radiofréquence) et interférence acoustique..... 126
7.3.6	Préamplificateurs d'hydrophone intégrés..... 126
8	Préparation des hydrophones..... 126
8.1	Généralités..... 126
8.2	Humidification..... 126
8.3	Support de l'hydrophone..... 127
8.4	Influence du câble..... 127
9	Etalonnage réciproque en champ libre..... 127
9.1	Généralités..... 127
9.2	Objet..... 127
9.3	Principes généraux..... 127
9.3.1	Généralités..... 127
9.3.2	Méthode d'étalonnage réciproque à trois transducteurs..... 128
9.3.3	Méthode d'étalonnage par auto-réciprocité..... 128
9.3.4	Méthode d'étalonnage réciproque à deux transducteurs..... 128

9.4	Méthode d'étalonnage réciproque à deux transducteurs	128
9.4.1	Appareils	128
9.4.2	Mode opératoire.....	128
10	Etalonnage en champ libre par exploration planaire.....	129
10.1	Généralités	129
10.2	Objet	129
10.3	Principe général	129
10.4	Exigences liées au mode opératoire.....	131
10.4.1	Balayage de l'hydrophone	131
10.5	Mode opératoire	131
10.5.1	Mesure de la puissance	131
10.5.2	Montage du transducteur	131
10.5.3	Conditions de mesure	131
10.5.4	Mesures	132
10.6	Corrections et sources d'incertitude	132
11	Etalonnage en champ libre par interférométrie optique	132
11.1	Généralités	132
11.2	Principe	132
12	Etalonnage par comparaison à l'aide d'un hydrophone normalisé.....	132
12.1	Généralités	132
12.2	Objet	133
12.3	Principe	133
12.4	Exigences liées au mode opératoire.....	133
12.4.1	Transducteur source	133
12.4.2	Signal d'attaque du transducteur source.....	134
12.4.3	Système de mesure	134
12.5	Mode opératoire	134
12.5.1	Mesures (Type I): détermination de la réponse directionnelle d'un hydrophone	134
12.5.2	Mesures (Type II): étalonnage par comparaison à l'aide d'un hydrophone normalisé	135
12.6	Dimension maximale de l'hydrophone	135
Annexe A (informative) Evaluation de l'incertitude dans l'étalonnage en champ libre des hydrophones.....		136
Annexe B (informative) Comportement des capteurs polymères PVDF dans les champs ultrasoniques à haute intensité		139
Annexe C (informative) Corrections de charge électrique.....		143
Annexe D (informative) Etalonnage absolu des hydrophones à l'aide de la technique d'exploration planaire		144
Annexe E (informative) Propriétés de l'eau		153
Annexe F (informative) Etalonnage absolu des hydrophones par interférométrie optique jusqu'à 40 MHz		155
Annexe G (informative) Concepts de forme d'onde		166
Annexe H (informative) Spectrométrie de temporisation – Exigences et brève présentation de la technique.....		176
Annexe I (informative) Détermination de la réponse en phase des hydrophones.....		179
Annexe J (informative) Considérations liées à la taille maximale de l'élément actif d'un hydrophone.....		185

Annexe K (informative) Méthode d'étalonnage réciproque à deux transducteurs	188
Bibliographie	204
Figure F.1 – Configuration expérimentale de la technique de la feuille interférométrique	158
Figure F.2 – Sensibilité en circuit ouvert en bout de câble, M_C , d'un hydrophone à membrane coplanaire.....	160
Figure F.3 – Forme d'onde d'hydrophone générée par un hydrophone à membrane coplanaire de 9 μm placé au foyer d'un transducteur de 5 MHz (longueur focale de 51 mm)	161
Figure F.4 – Forme d'onde (déplacement) de l'interféromètre générée avec la pellicule placée au foyer du transducteur de 5 MHz (position focale de 51 mm)	162
Figure F.5 – Spectre de fréquences de la forme d'onde de déplacement (courbe inférieure) et forme d'onde de déplacement différenciée (courbe supérieure)	162
Figure F.6 – Sensibilité du diamètre d'un élément actif de 0,2 mm d'un hydrophone à membrane à deux feuilles de 9 μm déterminée à intervalles de 5 MHz dans la plage de fréquences comprise entre 5 MHz et 60 MHz	163
Figure G.1 – Coordonnées d'un point du champ, P, dans le champ proche d'un transducteur source circulaire plan de rayon a_t	173
Figure I.1 – Phase de la sensibilité en circuit ouvert en bout de câble de deux hydrophones à membrane	181
Figure I.2 – Phase de la sensibilité en circuit ouvert en bout de câble d'un hydrophone à aiguille de 0,2 mm de diamètre.....	183
Figure K.1 – Configuration expérimentale pour la méthode d'étalonnage par réciprocity à deux transducteurs	202
Figure K.2 – Organigramme du circuit électrique pour la méthode d'étalonnage par réciprocity à deux transducteurs	202
Figure K.3 – Valeur du terme G_C (partie du facteur de correction k) tracée en fonction de la distance normalisée	203
Figure K.4 – Pression moyenne tracée en fonction de la distance normalisée pour des transducteurs de dimension différente. Le paramètre correspond au quotient de diamètre de récepteur/émetteur (selon la référence [7] en K.12)	203
Tableau 1 – Liste des valeurs d'incertitude typiques obtenues par les méthodes d'étalonnage spécifiées dans la présente norme et pour la plage de fréquences indiquée ici.....	120
Tableau E.1 – Vitesse du son c [36], [37] et impédance acoustique spécifique, ρc , en fonction de la température, pour la propagation dans l'eau	153
Tableau G.1 – Concepts de forme d'onde temporelle et de position de l'hydrophone décrits dans la présente annexe	166
Tableau I.1 – Exemple d'incertitudes (où un facteur de couverture $k = 2$ est utilisé) dans le cas de l'étalonnage de phase HTDS d'un hydrophone à aiguille de 0,2 mm de diamètre, exprimé à un niveau de confiance de 95 %.....	181

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – HYDROPHONES –

Partie 2: Etalonnage des champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz

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.

Cette version consolidée de la CEI 62127-2 comprend la première édition (2007) [documents 87/353/CDV et 87/372/RVC], son amendement 1 (2013) [documents 87/519/FDIS et 87/527/RVD] et le corrigendum d'août 2008, (disponible en anglais seulement). Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 62127-2 a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

La CEI 62127-1, la CEI 62127-2 et la CEI 62127-3 ont été publiées conjointement. Ensemble, elles annulent et remplacent la CEI 60866:1987, la CEI 61101:1991, la CEI 61102:1991, la CEI 61220:1993 et la CEI 62092:2001.

La présente version bilingue (2012-06) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2007-08.

La version française n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62127, publiées sous le titre général *Ultrasons – Hydrophones*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

NOTE Les mots en **gras** dans le texte sont définis à l'Article 3.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La répartition spatiale et temporelle de la pression acoustique d'un champ à ultrasons en milieu liquide est généralement déterminée à l'aide d'**hydrophones** à ultrasons miniatures. Ces dispositifs ne sont pas des appareils de mesure à proprement parler et nécessitent un étalonnage. La présente partie de la CEI 62127 a pour objet de spécifier les méthodes d'étalonnage à utiliser pour déterminer la réponse d'un **hydrophone** dans la gamme ultrasonore, c'est-à-dire au-dessus de 20 kHz et jusqu'à une fréquence de 40 MHz. Dans ce cadre, la principale application de l'**hydrophone** consiste à mesurer les champs ultrasoniques émis par des appareils de diagnostic médical dans l'eau. Le comportement de l'**hydrophone** dans cette large bande de fréquences est nécessaire pour caractériser de manière fiable les paramètres acoustiques du champ acoustique appliqué. En particulier, la plage de fréquences au-dessus de 15 MHz est importante pour caractériser cet appareil de manière exhaustive, principalement en raison de la présence accrue de composants à haute fréquence dans les signaux ultrasonores provoqués suite à une propagation non linéaire. En outre, les systèmes médicaux à ultrasons utilisant des fréquences supérieures à 15 MHz sont de plus en plus nombreux, notamment les sondes péri-opératoire. Ces dernières années, il est apparu que les réponses d'un **hydrophone** inférieures à 0,5 MHz sont également nécessaires pour déterminer avec fiabilité la pression acoustique négative (de raréfaction) de crête.

Si le terme "**hydrophone**" peut être utilisé dans un sens plus large, il fait référence ici aux **hydrophones** piézoélectriques miniatures. Il s'agit d'un type d'appareil utilisé aujourd'hui dans différents domaines des ultrasons médicaux et, en particulier, pour caractériser de manière quantitative la structure du champ des appareils de diagnostic médicaux. Concernant d'autres types de capteur de pression (ceux reposant sur les fibres optiques, par exemple), certaines exigences de la présente norme leur sont également applicables, mais d'autres pas. Si, à l'avenir, ces autres types d'"**hydrophone**" prennent de l'importance dans la pratique de mesure de champ, leurs caractéristiques et leur étalonnage devront faire l'objet d'une version révisée de la présente norme ou d'une norme distincte.

NOTE La présente norme porte sur la plage de fréquences ultrasonores comprise entre 20 kHz et une fréquence supérieure de 40 MHz. Les normes traitant des propriétés de l'**hydrophone** (CEI 62127-3) et de l'utilisation de l'**hydrophone** (CEI 62127-1) sont développées en parallèle dans le cadre d'un programme d'activités de maintenance visant à restructurer et fusionner, dans la mesure du possible, toutes les normes existantes relatives aux **hydrophones** à ultrasons. Cela sera éventuellement à l'origine de normes unifiées couvrant l'ensemble du domaine d'application pratique de l'**hydrophone**.

ULTRASONS – HYDROPHONES –

Partie 2: Etalonnage des champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62127 spécifie:

- les méthodes d'étalonnage absolues de l'**hydrophone**;
- les méthodes d'étalonnage (comparatives) relatives de l'**hydrophone**.

Des recommandations et références à des documents validés sont faites pour les méthodes d'étalonnage relatives et absolues dans la plage de fréquences couverte par la présente norme.

Cette norme s'applique aux

- **hydrophones** utilisés pour procéder à des mesures dans l'eau dans la plage de fréquences ultrasonores pouvant atteindre 40 MHz;

NOTE 1 Bien que certaines applications des ultrasons appliquées en physiothérapie fonctionnant dans la plage de fréquences comprise entre 40 kHz et 100 kHz soient en cours de développement, la plage de fréquences principale des appareils d'imagerie de diagnostic reste supérieure à 2 MHz. Il a récemment été établi que, même dans ce dernier cas, la réponse de l'**hydrophone** à des fréquences sensiblement inférieures peut influencer les mesures réalisées des paramètres acoustiques fondamentaux [1].

- **hydrophones** utilisant des capteurs piézoélectriques circulaires, conçus pour mesurer les champs ultrasoniques à ondes pulsées et entretenues générés par les appareils à ultrasons;

NOTE 2 Certains hydrophones peuvent comporter des éléments actifs non circulaires, suite à des écarts sensibles de la structure circulaire provoqués, par exemple, par une structure à électrode. A l'inverse, les éléments actifs peuvent réellement être carrés. Les articles de la présente norme restent valables même si, dans certains cas, il convient d'accorder une attention particulière à la réponse directionnelle et aux rayons efficaces de l'élément actif passant par différents axes de rotation.

- **hydrophones** avec ou sans préamplificateur d'hydrophone.

2 Références normatives

Les documents référencés ci-dessous sont indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition mentionnée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence (y compris ses amendements) s'applique.

CEI 60050-801:~~1994~~, *Vocabulaire électrotechnique international – Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique*

CEI 60565, *Acoustique sous-marine – Hydrophones – Etalonnage dans la bande de fréquences de 0,01 Hz à 1 MHz*

CEI 61161:~~2006~~, *Ultrasons – Mesurage de puissance – Balances de forces de rayonnement et exigences de fonctionnement*

CEI 61828:~~2006~~, *Ultrasons – Transducteurs focalisants – Définitions et méthodes de mesurage pour les champs transmis*

CEI 62127-1:2007, *Ultrasons – Hydrophones – Partie 1: Mesurage et caractérisation des champs ultrasoniques médicaux jusqu'à 40 MHz*
Amendement 1:2013

CEI 62127-3, *Ultrasons – Hydrophones – Partie 3: Propriétés des hydrophones pour les champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz*