

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 11.040.50

ISBN 978-2-8322-0850-2

**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..... | 3 |
| INTRODUCTION..... | 5 |
| 1 Scope..... | 6 |
| 2 Normative references..... | 6 |
| 3 Terms, definitions and symbols..... | 6 |
| 4 List of symbols..... | 8 |
| 5 Hydrophone characteristics..... | 9 |
| 5.1 General..... | 9 |
| 5.2 Basic information..... | 9 |
| 5.3 Sensitivity..... | 9 |
| 5.4 Frequency response..... | 10 |
| 5.4.1 Stated frequency band..... | 10 |
| 5.4.2 Frequency dependence..... | 10 |
| 5.5 Directional response..... | 11 |
| 5.5.1 General..... | 11 |
| 5.5.2 Symmetry of directional response..... | 11 |
| 5.6 Effective radius..... | 11 |
| 5.7 Dynamic range, linearity and electromagnetic interference..... | 12 |
| 5.8 Electric output characteristics..... | 13 |
| 5.8.1 General Hydrophone without pre-amplifier | 13 |
| 5.8.2 Hydrophone without pre-amplifier | 13 |
| 5.8.2 Hydrophone assembly..... | 13 |
| 5.8.3 Output lead configuration..... | 14 |
| 5.9 Environmental aspects..... | 14 |
| 5.9.1 Temperature range..... | 14 |
| 5.9.2 Water tightness..... | 14 |
| 5.9.3 Water properties and incompatible materials..... | 14 |
| 5.9.4 Exposed material..... | 14 |
| 5.10 Guidance manual..... | 14 |
| 5.11 List of hydrophone characteristics..... | 14 |
| Annex A (informative) Examples of information on hydrophone properties..... | 16 |
| Bibliography..... | 21 |
| Figure A.1 – Frequency response of 0,2 mm needle hydrophone..... | 17 |
| Figure A.2 – Directional response of 0,2 mm needle hydrophone..... | 18 |
| Table A.1 – Example of basic information for 0,2 mm needle hydrophone assembly..... | 16 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ULTRASONICS – HYDROPHONES –

Part 3: Properties of hydrophones 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 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.

This consolidated version of IEC 62127-3 consists of the first edition (2007) [documents 87/354/CDV and 87/373/RVC] and its amendment 1 (2013) [documents 87/530/FDIS and 87/535/RVD]. 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 62127-3 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics.

The French version of the 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 amendment will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC website 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**. The properties of these **hydrophones** have been dealt with in a number of IEC standards in various aspects. The purpose of this part of IEC 62127 is to bring together all these specifications and to establish a common standard on the properties of ultrasonic **hydrophones**. The main **hydrophone** application in this context is the measurement of ultrasonic fields emitted by medical diagnostic equipment in water. Other medical applications are field measurements for therapy equipment such as that used in lithotripsy, high-intensity focused ultrasound (HIFU) and physiotherapy. **Hydrophones** are also used extensively in non-medical applications for both product development and quality control including:

- mapping of the ultrasound field within ultrasonic cleaning baths;
- characterization of acoustic fields used in transmission measurement systems (e.g. ultrasonic spectrometers, ultrasonic attenuation meters and velocimeters);
- characterization of acoustic fields used in reflection measurement systems (e.g. Doppler flowmeters).

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 ultrasonics and, in particular, to quantitatively characterize 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 properties will have to be dealt with in a revised version of this standard or in a separate one.

Underwater **hydrophones** as covered by IEC 60500 and IEC 60565 are not included in this standard, although there is an overlap in the frequency ranges. Underwater **hydrophones** are used in natural waters, even in the ocean, and this leads to different technical concepts and requirements. In addition, the main direction of acoustic incidence in underwater applications is typically at right angles to the **hydrophone axis**, whereas it is assumed in this standard that it is in the direction of the **hydrophone axis**.

In the past, ultrasonic **hydrophones** have been applied almost exclusively as amplitude sensors. At present a change can be seen and it is increasingly considered useful to have additional phase information, which, however, is only possible if the phase characteristics of the **hydrophone** have been determined during calibration. In this standard, therefore, requirements are specified for the amplitude aspect of the **hydrophone** sensitivity, and recommendations are provided for the phase aspect, as an option to be considered.

ULTRASONICS – HYDROPHONES –

Part 3: Properties of hydrophones for ultrasonic fields up to 40 MHz

1 Scope

This part of IEC 62127 specifies relevant **hydrophone** characteristics.

This standard is applicable to:

- **hydrophones** employing piezoelectric sensor elements, designed to measure the pulsed and continuous wave ultrasonic fields generated by ultrasonic equipment;
- **hydrophones** used for measurements made in water;
- **hydrophones** with or without an associated 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 62127-1, *Ultrasonics – Hydrophones – Part 1: Measurement and characterization of medical ultrasonic fields up to 40 MHz*

IEC 62127-2, *Ultrasonics – Hydrophones – Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz*

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS | 23 |
| INTRODUCTION | 25 |
| 1 Domaine d'application | 26 |
| 2 Références normatives | 26 |
| 3 Termes, définitions et symboles | 26 |
| 4 Liste des symboles | 28 |
| 5 Caractéristiques de l'hydrophone | 29 |
| 5.1 Généralités | 29 |
| 5.2 Informations de base | 29 |
| 5.3 Sensibilité | 29 |
| 5.4 Réponse en fréquence | 30 |
| 5.4.1 Bande de fréquences indiquée | 30 |
| 5.4.2 Dépendance à la fréquence | 30 |
| 5.5 Réponse directionnelle | 31 |
| 5.5.1 Généralités | 31 |
| 5.5.2 Symétrie de la réponse directionnelle | 31 |
| 5.6 Rayon efficace | 32 |
| 5.7 Gamme dynamique, linéarité et interférence électromagnétique | 32 |
| 5.8 Caractéristiques de la sortie électrique | 33 |
| 5.8.1 Généralités Hydrophone sans préamplificateur | 33 |
| 5.8.2 Hydrophone sans préamplificateur | |
| 5.8.2 Ensemble d'hydrophones | 34 |
| 5.8.3 Configuration des fils de sortie | 34 |
| 5.9 Aspects liés à l'environnement | 34 |
| 5.9.1 Plage de températures | 34 |
| 5.9.2 Étanchéité à l'eau | 34 |
| 5.9.3 Propriétés de l'eau et matériaux incompatibles | 34 |
| 5.9.4 Matériau exposé | 34 |
| 5.10 Manuel d'instructions | 35 |
| 5.11 Liste des caractéristiques de l'hydrophone | 35 |
| Annexe A (informative) Exemples d'informations relatives aux propriétés de l'hydrophone | 36 |
| Bibliographie | 41 |
| Figure A.1 – Réponse en fréquence de l'hydrophone à aiguille de 0,2 mm | 37 |
| Figure A.2 – Réponse directionnelle de l'hydrophone à aiguille de 0,2 mm | 38 |
| Tableau A.1 – Exemple d'informations de base relatives à un ensemble d'hydrophones à aiguille de 0,2 mm | 36 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – HYDROPHONES –

Partie 3: Propriétés des hydrophones pour les 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 62127-3 comprend la première édition (2007) [documents 87/354/CDV et 87/373/RVC] et son amendement 1 (2013) [documents 87/530/FDIS et 87/535/RVD]. 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 62127-3 a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

La version française de la norme 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 son amendement 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 ultrasonique en milieu liquide est généralement déterminée à l'aide d'**hydrophones** à ultrasons miniatures. Les propriétés de ces **hydrophones** ont été abordées dans un certain nombre de normes CEI sous divers aspects. La présente partie de la CEI 62127 a pour objet de rassembler toutes ces spécifications et d'établir une norme commune relative aux propriétés des **hydrophones** à ultrasons. Dans ce cadre, la principale application de l'**hydrophone** consiste à mesurer les champs ultrasoniques émis par des équipements de diagnostic médical dans l'eau. D'autres applications médicales consistent à mesurer les champs des appareils de thérapie comme ceux utilisés en lithotritie, en ultrasons focalisés de haute intensité (UFHI) et en physiothérapie. Les **hydrophones** sont également utilisés couramment dans les applications non médicales pour le développement de produits et le contrôle qualité, notamment:

- le mappage du champ ultrasonique dans des bains de nettoyage à ultrasons;
- la caractérisation des champs acoustiques utilisés dans les systèmes de mesure de la transmission (les spectromètres à ultrasons, les mesureurs d'atténuation ultrasoniques et les vélocimètres, par exemple);
- la caractérisation des champs acoustiques utilisés dans les systèmes de mesure par réflexion (les débitmètres Doppler, par exemple).

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'instrument utilisé aujourd'hui dans différents domaines des ultrasons, notamment pour caractériser de manière quantitative la structure du champ des instruments de diagnostic médical. Concernant d'autres types de capteur de pression (ceux reposant sur les fibres optiques, par exemple), certaines exigences de la présente norme leurs 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 propriétés devront faire l'objet d'une version révisée de la présente norme ou d'une norme distincte.

Les **hydrophones** immergés, tels que couverts par la CEI 60500 et la CEI 60565, ne sont pas abordés dans la présente norme, malgré le chevauchement dans les plages de fréquences. Les **hydrophones** immergés sont utilisés en eaux naturelles (même dans l'océan), cela aboutissant à différents concepts techniques et différentes exigences. En outre, la direction principale de l'incidence acoustique dans les applications immergées est décrite en général par un angle droit par rapport à l'**axe de l'hydrophone**, alors qu'il est admis dans la présente norme de considérer la direction de l'**axe de l'hydrophone**.

Dans le passé, les **hydrophones** à ultrasons faisaient pratiquement toujours office de détecteurs d'amplitude. A présent, les modifications sont perceptibles et il est de plus en plus considéré comme utile de détenir des informations de phase supplémentaires qui, toutefois, sont uniquement possibles si les caractéristiques de phase de l'**hydrophone** ont été déterminées lors de l'étalonnage. Par conséquent, dans la présente norme, les exigences sont spécifiées en ce qui concerne les aspects liés à l'amplitude de la sensibilité de l'**hydrophone** et des recommandations sont fournies pour les aspects liés à la phase comme option à prendre en compte.

ULTRASONS – HYDROPHONES –

Partie 3: Propriétés des hydrophones pour les champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62127 spécifie les caractéristiques pertinentes de l'**hydrophone**.

La présente norme s'applique aux:

- **hydrophones** utilisant des capteurs piézoélectriques, conçus pour mesurer les champs ultrasoniques à ondes par impulsions et entretenues générés par les appareils à ultrasons;
- **hydrophones** utilisés pour les mesures réalisées dans l'eau;
- **hydrophones** avec ou sans préamplificateur associé.

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 62127-1, *Ultrasons – Hydrophones – Partie 1: Mesures et caractérisation des champs ultrasoniques médicaux jusqu'à 40 MHz*

CEI 62127-2, *Ultrasons – Hydrophones – Partie 2: Etalonnage pour les champs ultrasoniques jusqu'à 40 MHz*