

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61102

Première édition
First edition
1991-11

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61102: 1991

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61102

Première édition
First edition
1991-11

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

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

© IEC 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	12
4 Table des symboles	32
5 Prescriptions de mesurage	36
5.1 Prescriptions pour les hydrophones et amplificateurs	36
5.1.1 Généralités	36
5.1.2 Sensibilité d'un hydrophone	36
5.1.3 Réponse directionnelle d'un hydrophone	38
5.1.4 Rayon apparent d'un élément actif d'hydrophone	38
5.1.5 Choix de la taille de l'élément actif d'un hydrophone	40
5.1.6 Largeur de bande	42
5.1.7 Linéarité	42
5.1.8 Amplificateur de signal d'hydrophone	42
5.2 Conditions de positionnement des ensembles et cuves à eau	44
5.2.1 Systèmes de positionnement	44
5.2.2 Cuve à eau	46
5.3 Prescriptions pour les ensembles de mesurage	48
5.4 Prescriptions concernant l'équipement ultrasonore à caractériser	50
6 Spécification des caractéristiques de fonctionnement des hydrophones et amplificateurs	50
6.1 Sensibilité	50
6.2 Rayon apparent	52
6.3 Linéarité de l'hydrophone	52
6.4 Amplificateurs d'hydrophone	52
7 Procédures de mesurage	52
7.1 Préparation et alignement	52
7.1.1 Préparation	52
7.1.2 Alignement d'un hydrophone	52
7.1.3 Alignement d'un transducteur ultrasonore et d'un hydrophone	54

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 List of symbols	33
5 Measurement requirements	37
5.1 Requirements for hydrophones and amplifiers	37
5.1.1 General	37
5.1.2 Sensitivity of a hydrophone	37
5.1.3 Directional response of a hydrophone	39
5.1.4 Effective radius of a hydrophone active element	39
5.1.5 Choice of the size of a hydrophone active element	41
5.1.6 Bandwidth	43
5.1.7 Linearity	43
5.1.8 Hydrophone signal amplifier	43
5.2 Requirements for positioning systems and water baths	45
5.2.1 Positioning systems	45
5.2.2 Water bath	47
5.3 Requirements for measurement systems	49
5.4 Recommendations for ultrasonic equipment being characterised	51
6 Specification of performance for hydrophones and amplifiers	51
6.1 Sensitivity	51
6.2 Effective radius	53
6.3 Hydrophone linearity	53
6.4 Hydrophone amplifiers	53
7 Measurement procedures	53
7.1 Preparation and alignment	53
7.1.1 Preparation	53
7.1.2 Aligning a hydrophone	53
7.1.3 Aligning an ultrasonic transducer and hydrophone	55

Articles	Pages
8 Caractérisation du faisceau	56
8.1 Paramètres primaires de pression	56
8.1.1 Pression acoustique positive crête et négative crête	58
8.1.2 Pression acoustique moyenne sur l'impulsion	58
8.1.3 Pression acoustique crête spatiale moyenne sur l'impulsion	58
8.1.4 Pression acoustique efficace crête spatiale	58
8.1.5 Pression acoustique moyenne sur le faisceau et sur l'impulsion	60
8.1.6 Pression acoustique efficace moyenne sur le faisceau	62
8.1.7 Pression acoustique moyenne spatiale et sur l'impulsion	62
8.1.8 Pression acoustique efficace moyenne spatiale	62
8.1.9 Paramètres de propagation non linéaire	62
8.2 Paramètres d'intensité dérivés	64
8.3 Paramètres d'intégrale d'intensité sur l'impulsion dérivés	66
9 Spécification et marquage de la puissance acoustique émise	66
Annexes	
A (informative)	70
A.1 Hydrophones	70
A.1.1 Considérations de charge électrique	70
A.1.2 Amplificateur de signal d'hydrophone	72
A.1.3 Alignement des hydrophones	74
A.1.4 Types d'hydrophones	74
A.1.4.1 Hydrophones à sonde céramique	74
A.1.4.2 Hydrophones à sonde PVDF	76
A.1.4.3 Hydrophones à membrane PVDF	76
A.1.4.4 Comparaison de fonctionnement des différents types	76
A.1.5 Exemples de spécifications pour les hydrophones	78
B (informative)	80
B.1 Pression acoustique et intensité	80
C (informative)	82
C.1 Systèmes de positionnement des transducteurs et hydrophones	82
D (informative)	84
Justificatif	84
Bibliographie	90
Figures	92

Clause	Page
8 Beam characterisation	57
8.1 Primary pressure parameters	57
8.1.1 Peak-positive and peak-negative acoustic pressure	59
8.1.2 Pulse acoustic pressure	59
8.1.3 Spatial-peak pulse acoustic pressure	59
8.1.4 Spatial-peak r.m.s. acoustic pressure	59
8.1.5 Beam-average pulse acoustic pressure	61
8.1.6 Beam-average r.m.s. acoustic pressure	63
8.1.7 Spatial-average pulse acoustic pressure	63
8.1.8 Spatial-average r.m.s. acoustic pressure	63
8.1.9 Nonlinear propagation parameter	63
8.2 Derived intensity parameters	65
8.3 Derived pulse-intensity integral parameters	67
9 Acoustic output specification and labelling	67
Annexes	
A (informative)	71
A.1 Hydrophones	71
A.1.1 Electrical loading considerations	71
A.1.2 Hydrophone signal amplifier	73
A.1.3 Alignment of hydrophones	75
A.1.4 Types of hydrophone	75
A1.4.1 Ceramic probe hydrophones	75
A1.4.2 PVDF probe hydrophones	77
A1.4.3 PVDF membrane hydrophones	77
A1.4.4 Relative performance of different types	77
A.1.5 Typical specification data for hydrophones	79
B (informative)	81
B.1 Acoustic pressure and intensity	81
C (informative)	83
C.1 Transducer and hydrophone positioning systems	83
D (informative)	85
Rationale	85
Bibliography	90
Figures	93

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURAGE ET CARACTÉRISATION DES CHAMPS ULTRASONORES À L'AIDE D'HYDROPHONES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 15 MHz

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

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

Le texte de cette Norme internationale est issu du document suivant:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
87(BC)6	87(BC)8

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 Norme internationale prescrit des caractéristiques de fonctionnement additionnelles à celles existantes dans le document CEI 866.

Les annexes n'ont qu'un caractère informatif.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions et définitions: caractères romains;
- NOTES: petits caractères romains;
- *conformité: caractères italiques;*
- termes définis à l'article 3 et utilisés dans toute cette norme: caractères gras romains minuscules.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT AND CHARACTERISATION OF
ULTRASONIC FIELDS USING HYDROPHONES IN THE
FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 15 MHz**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

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

The text of this International Standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
87(CO)6	87(CO)8

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

This International Standard sets out requirements for the performance of ultrasonic hydrophones in addition to those given in IEC 866.

All annexes are informative.

In this standard, the following print types are used:

- requirements and definitions: in roman type;
- NOTES: in smaller roman type;
- *compliance*: in italic type;
- terms used throughout this standard which have been defined in clause 3: small case roman bold type.

INTRODUCTION

L'objectif principal de la présente Norme internationale est de définir divers paramètres acoustiques susceptibles d'être utilisés en vue de spécifier et de caractériser les champs ultrasonores se propageant dans les fluides, et en particulier dans l'eau, à l'aide d'hydrophones. Des procédures de mesurage sont décrites qui peuvent être utilisées pour définir ces paramètres. La présente Norme internationale et la Norme de Sécurité AIUM/NEMA [1] comportent de nombreux éléments communs. Toutefois, bien que l'on se soit efforcé de maintenir la cohérence la plus complète avec cette dernière norme, il existe des différences conceptuelles fondamentales.

La philosophie à l'origine de la présente Norme internationale consiste à spécifier le champ acoustique sous forme de paramètres de pression acoustique, cette dernière constituant la grandeur mesurable la plus importante lorsque l'on utilise des hydrophones pour caractériser le champ. Si d'autres dispositifs de mesurage doivent être utilisés à l'avenir, une nouvelle norme devra, certes, être élaborée avec des définitions et procédures complémentaires. Des thermistors ou thermocouples sont des exemples de tels dispositifs.

Des paramètres d'intensité similaires à ceux qui sont donnés en [1] sont spécifiés dans la présente norme, mais ils sont considérés comme des quantités dérivées qui n'ont de signification que dans le cadre de certaines hypothèses associées au champ ultrasonore mesuré.

Les méthodes simplifiées alternatives qui pourraient être utilisées dans les conditions qui nécessitent moins d'exactitude, seront données dans un guide de la CEI (à l'étude).

Withdrawing

INTRODUCTION

The main purpose of this International Standard is to define various acoustic parameters which can be used to specify and characterise ultrasonic fields propagating in liquids, and in particular water, using hydrophones. Measurement procedures are outlined which may be used to determine these parameters. There is much in common between this International Standard and the AIUM/NEMA Safety Standard [1]. However, whilst every effort has been made to try to maintain consistency with the AIUM/NEMA Standard, there are fundamental differences in approach.

The philosophy behind this International Standard is the specification of the acoustic field in terms of acoustic pressure parameters, acoustic pressure being the primary measurement quantity when hydrophones are used to characterise the field. Of course, if other measurement devices come into use in the future, a new International Standard with additional definitions and procedures will be necessary. Examples of such devices would be thermistors or thermocouples.

Intensity parameters similar to those given in [1] are specified in this International Standard, but these are regarded as derived quantities which are meaningful only under certain assumptions related to the ultrasonic field being measured.

Alternative simplified procedures that may be used when less accuracy is required will be given in an IEC Guidance Document (in preparation).

Withd

MESURAGE ET CARACTÉRISATION DES CHAMPS ULTRASONORES À L'AIDE D'HYDROPHONES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 15 MHz

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique à l'utilisation d'hydrophones piézoélectriques étalonnés pour le mesurage dans les liquides des champs acoustiques produits par du matériel médical ultrasonore fonctionnant dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz.

L'objet de cette Norme internationale est de :

- Définir un groupe de paramètres acoustiques pouvant être mesurés physiquement de manière adéquate.
- Définir un second groupe de paramètres pouvant être déduits, sous certaines hypothèses, de ces mesurages et appelés paramètres d'intensité dérivés.
- Définir une procédure de mesurage pouvant être utilisée en vue de définir des paramètres de pression acoustique.
- Définir les conditions dans lesquelles les mesurages des paramètres acoustiques peuvent être effectués dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz à l'aide d'hydrophones piézoélectriques étalonnés.

NOTE - Les unités SI normalisées sont utilisées dans l'ensemble de la présente norme. Il peut s'avérer commode d'employer d'autres unités pour la définition de certains paramètres tels que les aires du faisceau et intensités. Par exemple, l'aire du faisceau peut être indiquée en cm^2 et les intensités en W/cm^2 ou mW/cm^2 .

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 469-1: 1987, *Technique des impulsions et appareils - Première partie: Termes et définitions concernant les impulsions.*

CEI 854: 1986, *Méthode de mesure des caractéristiques des appareils à impulsions ultrasonores utilisés pour le diagnostic.*

CEI 866: 1987, *Caractéristiques et étalonnage des hydrophones fonctionnant dans la gamme des fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz.*

MEASUREMENT AND CHARACTERISATION OF ULTRASONIC FIELDS USING HYDROPHONES IN THE FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 15 MHz

1 Scope

This International Standard specifies the methods of use of calibrated piezoelectric hydrophones for the measurement in liquids of acoustic fields generated by ultrasonic medical equipment operating in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz.

The objectives of this International Standard are

- To define a group of acoustic parameters which can be measured on a physically sound basis.
- To define a second group of parameters which can be derived under certain assumptions from these measurements, and called derived intensity parameters.
- To define a measurement procedure which may be used for the determination of acoustic pressure parameters.
- To define the conditions under which the measurements of acoustic parameters can be made in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz using calibrated piezoelectric hydrophones.

NOTE - Throughout this International Standard SI units are used. In the specification of certain parameters, such as beam-areas and intensities, it may be convenient to use other units. For example, beam-area may be specified in cm^2 and intensities in W/cm^2 or mW/cm^2 .

2 Normative references

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

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

IEC 469-1: 1987, *Pulse techniques and apparatus - Part 1: Pulse terms and definitions.*

IEC 854: 1986, *Methods of measuring the performance of ultrasonic pulse-echo diagnostic equipment.*

IEC 866: 1987, *Characteristics and calibration of hydrophones for operation in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz.*

3 Définitions

Pour le besoin de la présente Norme Internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 facteur acoustique de crête: Rapport de la pression acoustique crête spatiale crête temporelle à la pression acoustique efficace à la position correspondant à la pression acoustique crête spatiale crête temporelle dans un champ acoustique. La pression acoustique efficace est calculée sur le cycle d'impulsion de crête.

3.2 forme d'onde d'impulsion acoustique: Forme d'onde temporelle de la pression acoustique instantanée en un point spécifié du champ acoustique, visualisée sur une période suffisamment longue pour comporter toute l'information acoustique importante dans une impulsion ou une salve sonore unique ou encore une ou plusieurs alternances d'une onde entretenue. Se reporter au 2.3.1 de la CEI 469-1.

3.3 période de répétition acoustique: Egale à la période de répétition d'impulsion pour les ensembles à balayage non automatique et à la période de répétition de balayage pour les ensembles à balayage automatique, est aussi égale à la période pour une onde entretenue.

Unité: seconde, s.

3.4 fréquence de fonctionnement acoustique (awf): Fréquence d'un signal acoustique basé sur l'observation de la sortie d'un hydrophone placé dans un champ acoustique au point correspondant à la pression acoustique crête spatiale crête temporelle. Le signal est analysé soit à l'aide de la «méthode de passage à zéro», soit par l'analyse spectrale. Les fréquences acoustiques de fonctionnement sont spécifiées ci-dessous.

3.4.1 *Fréquence acoustique de fonctionnement par passage au zéro*

La fréquence par passage au zéro est définie conformément aux procédures décrites dans la CEI 854.

En cas d'utilisation de la méthode de l'analyse de spectre, la pression acoustique est représentée comme une fonction de la fréquence. Trois méthodes différentes existent pour évaluer la fréquence acoustique de fonctionnement (les méthodes sont explicitées en figure 1) :

3.4.2 *Méthode de la moyenne arithmétique*

La fréquence de fonctionnement, en valeur arithmétique moyenne, est égale à la valeur de la moyenne arithmétique des valeurs des fréquences f_1 et f_2 du spectre pour lesquelles l'amplitude de pression acoustique a une valeur inférieure de 3 dB à sa valeur de crête.

3.4.3 *Méthode de la moyenne géométrique*

La valeur de la fréquence de fonctionnement est la moyenne géométrique des valeurs des fréquences f_1 et f_2 définies comme ci-dessus.

3.4.4 *Méthode de la valeur modale*

La valeur de la fréquence de fonctionnement est celle de la fréquence correspondant à l'amplitude maximale dans le spectre de pression acoustique.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 acoustic pulse crest factor: Ratio of the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure to the r.m.s. acoustic pressure calculated over the pulse-peak cycle. Both pressures are measured at the position in the acoustic field corresponding to the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure.

3.2 acoustic pulse waveform: Temporal waveform of the instantaneous acoustic pressure at a specified position in an acoustic field and displayed over a period sufficiently long to include all significant acoustic information in a single pulse or tone-burst, or one or more cycles in a continuous wave. See 2.3.1 of IEC 469-1.

3.3 acoustic repetition period: Pulse repetition period for non-automatic scanning systems and the scan repetition period for automatic scanning systems. Equal to the time interval between consecutive cycles for continuous-wave systems.

Unit: second, s.

3.4 acoustic-working frequency (awf): Frequency of an acoustic signal based on the observation of the output of a hydrophone placed in an acoustic field at the position corresponding to the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure. The signal is analysed either using the zero-crossing frequency technique or using a spectrum analysis method. The following acoustic-working frequencies are defined:

3.4.1 Zero-crossing acoustic-working frequency

This is determined according to the procedure described in IEC 854.

For the spectral analysis method the acoustic pressure versus frequency is displayed and there are three different methods of deriving the acoustic-working frequency which, referring to figure 1, are:

3.4.2 Arithmetic-mean acoustic-working frequency

The arithmetic mean of the frequencies f_1 and f_2 at which the amplitude of the acoustic pressure spectrum is 3 dB below the peak amplitude.

3.4.3 Geometric-mean acoustic-working frequency

The geometrical mean of the frequencies f_1 and f_2 .

3.4.4 Modal acoustic-working frequency

The frequency corresponding to the maximum amplitude in the acoustic pressure spectrum.

NOTE - La fréquence acoustique de fonctionnement (en valeur moyenne arithmétique) équivaut à la fréquence centrale du document [1].

Symbole: f_{awf}
Unité: hertz, Hz.

3.5 axe d'alignement du faisceau: Cette notion est utilisée exclusivement aux fins d'alignement et correspond à une ligne droite reliant deux points de pression acoustique crête spatiale crête temporelle sur deux surfaces hémisphériques dont les centres sont approximativement au centre géométrique d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores. Un hémisphère a un rayon de courbure d'environ $A_g/\pi\lambda$, formule dans laquelle A_g est l'aire géométrique du transducteur ultrasonore ou du groupe d'éléments transducteurs ultrasonores et λ est la longueur d'onde acoustique correspondant à la fréquence nominale. Le second hémisphère a un rayon de courbure soit de $2A_g/\pi\lambda$, soit de $A_g/3\pi\lambda$, la plus adéquate de ces deux formules étant retenue. Aux fins d'alignement, cette ligne peut être projetée sur la face du transducteur ultrasonore ou du groupe d'éléments transducteurs ultrasonores.

Pour la plupart des applications pratiques, on utilise deux surfaces planes perpendiculaires à la direction de propagation des ultrasons. Lorsqu'il n'y a pas un point unique de valeur crête sur une surface hémisphérique, une autre surface hémisphérique est choisie, avec un rayon de courbure différent donnant un point unique. (Voir figure 2.)

3.6 aire du faisceau: L'aire du faisceau est la mesure de la surface, mesurée dans un plan spécifié perpendiculaire à l'axe d'alignement du faisceau, contenant tous les points pour lesquels l'intégrale sur l'impulsion du carré de la pression acoustique est supérieure à une fraction spécifiée de la valeur maximale de l'intégrale sur l'impulsion du carré de la pression acoustique dans ce plan. Si la position du plan n'est pas spécifiée, c'est le plan passant par le point de pression acoustique crête spatiale crête temporelle pour l'ensemble du champ acoustique qui est considéré.

Le niveau spécifié est de 0,25 et 0,01 pour les aires du faisceau à -6 dB et -20 dB respectivement.

NOTE - L'aire du faisceau peut être constituée de plusieurs surfaces élémentaires.

Symbole: A_p
Unité: mètre carré, m^2 .

3.7 pression acoustique moyenne sur le faisceau et l'impulsion: Pression acoustique moyenne sur l'impulsion d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores moyennée sur une aire du faisceau à -6 dB dans un plan spécifié ou dans un plan contenant la pression acoustique crête spatiale crête temporelle pour le transducteur ultrasonore ou le groupe d'éléments transducteurs ultrasonores concerné.

NOTE - On utilise couramment une aire du faisceau à -6 dB. Toutefois, d'autres aires du faisceau peuvent être utilisées (voir 3.6).

Symbole: P_{bap}
Unité: pascal, Pa.

NOTE - Arithmetic-mean acoustic-working frequency is equivalent to center frequency in [1].

Symbol: f_{awf}
Unit: hertz, Hz.

3.5 beam-alignment axis: Used for alignment purposes only, beam-alignment axis is a straight line joining two points of **spatial-peak temporal-peak acoustic pressure** on two hemispherical surfaces whose centres are at the approximate geometrical centre of an ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group. One hemisphere has a radius of curvature of approximately $A_g/\pi\lambda$, where A_g is the geometrical area of the ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group and λ is the wavelength of the ultrasound corresponding to the nominal frequency. The second hemisphere has a radius of curvature either $2A_g/\pi\lambda$, or $A_g/3\pi\lambda$, whichever is the more appropriate. For the purposes of alignment, this line may be projected to the face of the ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

For most practical applications, two plane surfaces perpendicular to the direction of propagation of the ultrasound are used. In cases where a unique peak is not located on a hemispherical surface, another hemispherical surface is chosen with a different radius of curvature yielding a unique peak. (See figure 2.)

3.6 beam-area: Area in a specified plane perpendicular to the beam alignment axis consisting of all points at which the **pulse-pressure-squared integral** is greater than a specified fraction of the maximum value of the **pulse-pressure-squared integral** in that plane. If the position of the plane is not specified, it is the plane passing through the point of **spatial-peak temporal-peak acoustic pressure** in the whole acoustic field.

The specified levels are 0,25 and 0,01 for the -6 dB and -20 dB beam-areas respectively.

NOTE - The beam-area may be composed of several sections.

Symbol: A_b
Unit: metre squared, m^2

3.7 beam-average pulse acoustic pressure: Pulse acoustic pressure from one ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group averaged over the -6 dB beam-area in a specified plane or in a plane containing the **spatial-peak temporal-peak acoustic pressure** for that particular ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

NOTE - -6 dB beam-area is commonly used. However, other beam-areas may be used (see 3.6).

Symbol: p_{bap}
Unit: pascal, Pa.

3.8 intensité moyenne sur le faisceau moyenne sur l'impulsion: intensité moyenne sur l'impulsion d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores moyennée sur l'aire du faisceau à -6 dB dans un plan spécifié ou dans un plan contenant la pression acoustique crête spatiale crête temporelle pour le transducteur ultrasonore ou le groupe d'éléments transducteurs ultrasonores concerné.

NOTE - On utilise couramment une aire du faisceau à -6 dB. Toutefois, d'autres aires peuvent être utilisées (voir 3.6).

Symbole: I_{bapa}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.9 pression acoustique efficace moyenne sur le faisceau: Pression acoustique efficace d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores moyennée sur une aire du faisceau à -6 dB dans un plan spécifié ou dans un plan contenant la pression acoustique crête spatiale crête temporelle pour le transducteur ultrasonore ou le groupe d'éléments transducteurs ultrasonores concerné.

NOTE - Une aire du faisceau à -6 dB est couramment utilisée. Toutefois, d'autres aires du faisceau peuvent l'être également (voir 3.6).

Symbole: P_{bar}
Unité: pascal, Pa.

3.10 intensité moyenne sur le faisceau moyenne temporelle: Intensité moyenne temporelle d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores moyennée sur l'aire du faisceau à -6 dB dans un plan spécifié ou dans un plan contenant la pression acoustique crête spatiale crête temporelle pour le transducteur ultrasonore ou le groupe d'éléments transducteurs ultrasonores concerné.

NOTE - L'aire du faisceau à -6 dB est couramment utilisée. Toutefois, d'autres aires du faisceau peuvent l'être également (voir 3.6).

Symbole: I_{bata}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2

3.11 axe de balayage: Ligne de balayage ultrasonore la plus proche de l'axe de symétrie du plan de balayage pour les systèmes à exploration automatique.

3.12 surface apparente d'un transducteur ultrasonore: Surface d'un transducteur ultrasonore parfait fonctionnant en piston dont la répartition de pression acoustique axiale prévue équivaut approximativement à la répartition de pression acoustique axiale observée sur une distance axiale limitée, se reporter à la CEI 866.

Symbole: A_1
Unité: mètre carré, m^2 .

3.13 rayon apparent de l'élément actif d'un hydrophone (a): Rayon actif d'un hydrophone récepteur constitué d'un disque rigide ayant une fonction de réponse directionnelle théorique d'ouverture angulaire égale à l'ouverture angulaire observée. L'ouverture angulaire est établie pour un niveau spécifié en-dessous de la valeur de crête de la fonction de réponse directionnelle.

3.8 beam-average pulse-average intensity: Pulse-average Intensity from one ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group averaged over the -6 dB beam-area in a specified plane or in a plane containing the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure for that particular ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

NOTE - -6 dB beam-area is commonly used. However, other beam-areas may be used (see 3.6).

Symbol: I_{bapa}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.9 beam-average r.m.s. acoustic pressure: R.M.S. acoustic pressure from one ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group averaged over the -6 dB beam-area in a specified plane or in a plane containing the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure for that particular ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

NOTE - -6 dB beam-area is commonly used. However, other beam-areas may be used (see 3.6).

Symbol: p_{bar}
Unit: pascal, Pa.

3.10 beam-average temporal-average intensity: Temporal-average intensity from one ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group averaged over the -6 dB beam-area in a specified plane or in a plane containing the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure for that particular ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

NOTE - -6 dB beam-area is commonly used. However, other beam-areas may be used (see 3.6).

Symbol: I_{bata}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.11 central scan line: For automatic scanning systems, the ultrasonic scan line closest to the symmetry axis of the scan plane.

3.12 effective area of an ultrasonic transducer: Area of a perfect piston-like ultrasonic transducer which has a predicted axial acoustic pressure distribution approximately equivalent to the observed axial acoustic pressure distribution over a limited axial distance, see IEC 866.

Symbol: A_1
Unit: metre squared, m^2 .

3.13 effective radius of a hydrophone active element: Radius of a stiff disc receiver hydrophone which has a predicted directional response function with an angular width equal to the observed angular width. The angular width is determined at a specified level below the peak of the directional response function.

Pour les niveaux spécifiés à 3 dB et 6 dB, les rayons portent respectivement les symboles a_3 et a_6 .

Symboles: a , a_3 , a_6
Unité: mètre, m.

3.14 sensibilité en bout de câble d'un hydrophone: Rapport de la tension à l'extrémité d'un câble intégral quelconque ou connecteur d'un hydrophone, relié à une impédance électrique d'entrée spécifiée, à la pression acoustique instantanée du champ libre non perturbé d'une onde plane présente à la position du centre acoustique de l'hydrophone, celui-ci ayant été ôté.

Symbole: M_L
Unité: volt par pascal, V/Pa.

3.15 sensibilité en circuit ouvert en bout de câble d'un hydrophone: Rapport de la tension en circuit ouvert à l'extrémité de tout câble intégral ou connecteur d'un hydrophone à la pression acoustique instantanée dans le champ libre non perturbé d'une onde plane présente à la position du centre acoustique de l'hydrophone, celui-ci ayant été ôté. (Voir la CEI 866.)

NOTE - Cette définition diffère de celle qui a été donnée au 3.8 de la CEI 866 car cette dernière se réfère à un hydrophone ne comportant pas de câble intégral.

Symbole: M_c
Unité: volt par pascal, V/Pa.

3.16 champ lointain: Champ acoustique (sonore) situé à distance du transducteur ultrasonore dans lequel les valeurs de la pression acoustique instantanée et la vitesse des particules du fluide sont pratiquement en phase, voir également 801-03-30 de la CEI 50(801).

Dans le cadre de la présente norme, bien qu'elle concerne strictement les transducteurs ultrasonores plans, le champ lointain est à une distance supérieure à $A_1/\pi\lambda$, formule dans laquelle A_1 est la surface apparente du transducteur ultrasonore ou du groupe d'éléments transducteurs ultrasonores, et λ est la longueur d'onde acoustique correspondant à la fréquence acoustique de fonctionnement.

3.17 aire géométrique d'un transducteur ultrasonore: Aire définie par les dimensions d'un transducteur ultrasonore ou par celles d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores.

Symbole: A_g
Unité: mètre carré, m².

3.18 rayon géométrique d'un élément actif d'un hydrophone (a_g): Rayon défini par les dimensions de l'élément actif d'un hydrophone.

Symbole: a_g
Unité: mètre, m.

For the specified levels of 3 dB and 6 dB, the radii are denoted by a_3 and a_6 respectively.

Symbols: a , a_3 , a_6
Unit: metre, m.

3.14 end-of-cable loaded sensitivity of a hydrophone: Ratio of the voltage at the end of any integral cable or connector of a hydrophone, when connected to a specified electrical input impedance, to the instantaneous acoustic pressure in the undisturbed free field of a plane wave in the position of the acoustic centre of the hydrophone if the hydrophone were removed.

Symbol: M_L
Unit: volt per pascal, V/Pa.

3.15 end-of-cable open-circuit sensitivity of a hydrophone: Ratio of the open-circuit voltage at the end of any integral cable or connector of a hydrophone to the instantaneous acoustic pressure in the undisturbed free field of a plane wave in the position of the acoustic centre of the hydrophone if the hydrophone were removed, see IEC 866.

NOTE - This definition differs from that given in 3.8 of IEC 866 as the latter refers to a hydrophone excluding any integral cable.

Symbol: M_c
Unit: volt per pascal, V/Pa.

3.16 far field: Acoustic (sound) field at distances from an ultrasonic transducer where the values of the instantaneous acoustic pressure and particle velocity are substantially in phase, see also 801-03-30 of IEC 50(801).

For the purposes of this International Standard, although strictly for planar ultrasonic transducers, the far field is at a distance greater than $A_1/\pi\lambda$, where A_1 is the effective area of the ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group and λ is the wavelength of the ultrasound corresponding to the acoustic-working frequency.

3.17 geometrical area of an ultrasonic transducer: Area defined by the ultrasonic transducer dimensions or ultrasonic transducer element group dimensions.

Symbol: A_g
Unit: metre squared, m².

3.18 geometrical radius of a hydrophone active element: Radius defined by the dimensions of the active element of a hydrophone.

Symbol: a_g
Unit: metre, m.

3.19 hydrophone: Transducteur produisant des signaux électriques en réponse à des signaux acoustiques transmis dans l'eau, voir 801-12-26 de la Publication CEI 50(801) et également la CEI 866.

3.20 pression acoustique instantanée: Valeur de l'amplitude de pression moins la pression ambiante à l'instant défini et en un point particulier d'un champ acoustique (voir également 801-01-19 de la Publication CEI 50(801)).

Symbole: p

Unité: pascal, Pa.

3.21 intensité instantanée: Energie acoustique transmise par unité de temps dans le sens de la propagation de l'onde acoustique par unité de surface normale à cette direction à un instant défini et en un point particulier du champ acoustique.

On ne peut établir l'intensité instantanée vraie. Toutefois, pour des raisons historiques, il est préférable, dans la présente norme, de déduire certains paramètres d'intensité des mesurages par hydrophone. Par conséquent, pour les mesurages évoqués dans la présente norme, et si l'on peut raisonnablement supposer l'existence de conditions de champ lointain, l'intensité instantanée I s'exprime par la formule suivante:

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

où:

p est la pression acoustique instantanée;

ρ est la densité du milieu;

c est la vitesse du son dans ce milieu.

Symbole: I

Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.22 pression acoustique moyenne sur le cycle de crête: Moyenne arithmétique de la pression acoustique instantanée maximale positive et du module de la pression négative maximale en valeur absolue au cours d'un cycle crête d'impulsion.

Symbole: p_m

Unité: pascal, Pa.

3.23 champ proche: Dans le cadre de la présente norme, le champ proche est la région du champ acoustique proche du transducteur ultrasonore dans laquelle la phase relative de la pression acoustique instantanée et de la vitesse de particules varie de façon continue avec la position dans le champ acoustique.

Pour les transducteurs plans, il se situe à une distance inférieure à $A_1/\pi\lambda$, formule dans laquelle A_1 est l'aire apparente du transducteur ultrasonore ou du groupe d'éléments transducteurs ultrasonores et λ est la longueur d'onde acoustique correspondant à la fréquence acoustique de fonctionnement.

3.24 fréquence nominale: Fréquence ultrasonore de fonctionnement d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores indiquée par le concepteur ou le fabricant. (Voir CEI 854.)

3.19 hydrophone: Transducer that produces electrical signals in response to waterborne acoustic signals, see also 801-12-26 of IEC 50(801) and also IEC 866.

3.20 instantaneous acoustic pressure; instantaneous sound pressure: Pressure amplitude minus the ambient pressure at a particular instant in time and at a particular point in an acoustic field, see also 801-01-19 of IEC 50(801).

Symbol: p

Unit: pascal, Pa.

3.21 Instantaneous Intensity: Acoustic energy transmitted per unit time in the direction of acoustic wave propagation per unit area normal to this direction at a particular instant in time and at a particular point in an acoustic field.

It is not possible to measure the true instantaneous intensity. However, for historical reasons, it is preferable in this International Standard to derive certain intensity parameters from hydrophone measurements. Therefore, for the measurement purposes referred to in this International Standard, and if it is reasonable to assume far field conditions, the instantaneous intensity, I is expressed as

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

where:

p is the instantaneous acoustic pressure;

ρ is the density of the medium;

c is the velocity of sound in the medium

Symbol: I

Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.22 mean-peak-cycle acoustic pressure: Arithmetic mean of the maximum positive and modulus of the maximum negative instantaneous acoustic pressure during a pulse-peak cycle.

Symbol: p_m

Unit: pascal, Pa.

3.23 near field: For the purposes of this International Standard, the region of the acoustic (sound) near field an ultrasonic transducer where the relative phase of the instantaneous acoustic pressure and the particle velocity is continually changing with position in the acoustic (sound) field.

For planar transducers, this is at a distance less than $A_1/\pi\lambda$, where A_1 is the effective area of the ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group and λ is the wavelength of the ultrasound corresponding to the acoustic-working frequency.

3.24 nominal frequency: Ultrasonic frequency of operation of an ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group quoted by the designer or manufacturer, see IEC 854.

3.25 paramètre de propagation non linéaire: Indice permettant de prédire la distorsion non linéaire des ultrasons pour un transducteur ultrasonore particulier, et donné par σ_m dans la formule suivante:

$$\sigma_m = \frac{\beta \omega l_1}{\rho c^3} p_m \frac{1}{(F_g - 1)^{1/2}} \ln ((F_g - 1)^{1/2} + F_g^{1/2})$$

où:

β est le paramètre de non-linéarité ($\beta = 1 + B/2A = 3,5$ pour l'eau pure à 20 °C [2]);

ω est la fréquence angulaire ($\omega = 2\pi f_{awf}$ dans laquelle f_{awf} est la fréquence acoustique de fonctionnement);

l_1 est la distance de la face du transducteur ultrasonore au plan contenant le point de pression acoustique crête spatiale crête temporelle;

F_g est égal à 0,69 fois le rapport de l'aire géométrique du transducteur ultrasonore à l'aire du faisceau à -6 dB;

p_m est la pression acoustique moyenne sur le cycle de crête au point du champ acoustique correspondant à la pression acoustique crête spatiale crête temporelle.

Symbole: σ_m

NOTE - L'équation donnée ci-dessus s'applique aux champs ultrasonores dans lesquels $F_g > 2,1$. La spécification d'un indice correspondant à $F_g \leq 2,1$ est à l'étude.

3.26 pression acoustique négative de crête; dépression acoustique de crête: Maximum du module de la pression acoustique instantanée négative dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié au cours d'une période de répétition acoustique. La pression acoustique négative de crête s'exprime par un nombre positif.

Symbole: p_- (ou p_r)

Unité: pascal, Pa.

3.27 pression acoustique positive de crête; compression acoustique de crête: pression acoustique instantanée positive maximale dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié au cours d'une période de répétition acoustique.

Symbole: p_+ (ou p_c)

Unité: pascal, Pa.

3.28 pression acoustique moyenne sur l'impulsion: Racine carrée du rapport de l'intégrale sur l'impulsion du carré de la pression acoustique à la durée d'impulsion en un point particulier d'un champ acoustique.

Symbole: p_p

Unité: pascal, Pa.

3.29 intensité moyenne sur l'impulsion: Rapport de l'intégrale sur l'impulsion de l'intensité acoustique à la durée d'impulsion en un point particulier d'un champ acoustique.

Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.25 nonlinear propagation parameter: Index which permits the prediction of nonlinear distortion of ultrasound for a specific ultrasonic transducer, and is given by σ_m from:

$$\sigma_m = \frac{\beta \omega l_1}{\rho c^3} p_m \frac{1}{(F_g - 1)^{1/2}} \ln ((F_g - 1)^{1/2} + F_g^{1/2})$$

where:

β is the nonlinearity parameter ($\beta = 1 + B/2A = 3,5$ for pure water at 20 °C [2]);

ω is the angular frequency ($\omega = 2\pi f_{awf}$ where f_{awf} is the acoustic-working frequency);

l_1 is the distance from the face of the ultrasonic transducer to the plane containing the point of spatial-peak temporal-peak acoustic pressure;

F_g is 0,69 times the ratio of the geometrical area of the ultrasonic transducer to the -6 dB beam-area;

p_m is the mean-peak-cycle acoustic pressure at the point in the acoustic field corresponding to the spatial-peak temporal-peak acoustic pressure.

Symbol: σ_m

NOTE - The equation given above is applicable to ultrasonic fields in which $F_g > 2,1$. The specification of an index to cover $F_g \leq 2,1$ is under consideration.

3.26 peak-negative acoustic pressure; peak-rarefactional acoustic pressure: Maximum of the modulus of the negative instantaneous acoustic pressure in an acoustic field or in a specified plane during an acoustic repetition period. Peak-negative acoustic pressure is expressed as a positive number.

Symbol: p_- (or p_r)

Unit: pascal, Pa.

3.27 peak-positive acoustic pressure; peak-compressional acoustic pressure: Maximum positive instantaneous acoustic pressure in an acoustic field or in a specified plane during an acoustic repetition period.

Symbol: p_+ (or p_c)

Unit: pascal, Pa.

3.28 pulse acoustic pressure: Square root of the ratio of the pulse-pressure-squared integral to the pulse duration at a particular point in an acoustic field.

Symbol: p_p

Unit: pascal, Pa.

3.29 pulse-average Intensity: Ratio of the pulse-Intensity Integral to the pulse duration at a particular point in an acoustic field.

Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.30 durée d'impulsion: Egale à 1,25 fois l'intervalle entre l'instant où l'intégrale sur le temps du carré de la pression acoustique instantanée atteint 10 % et l'instant où cette intégrale vaut 90 % de sa valeur finale. Cette valeur finale de l'intégrale sur le temps du carré de la pression acoustique instantanée est celle de l'intégrale sur l'impulsion du carré de la pression.

Symbole: t_d
Unité: seconde, s.

3.31 intégrale sur l'impulsion de l'intensité: Intégrale sur le temps de l'intensité instantanée en un point particulier d'un champ acoustique intégrée sur la forme d'onde de l'impulsion acoustique.

NOTE - Pour tout mesurage évoqué dans la présente Norme internationale, l'intégrale sur l'impulsion de l'intensité est proportionnelle à l'intégrale sur l'impulsion du carré de la pression.

Symbole: I_{pi}
Unité: Joule par mètre carré, J/m².

3.32 cycle de crête de l'impulsion: Cycle unique d'une forme d'onde de l'impulsion acoustique entre deux points de pression acoustique instantanée nulle. Ce cycle unique est constitué du demi-cycle contenant la pression acoustique crête temporelle et de celui des deux demi-cycles voisins qui contient la pression acoustique instantanée de crête la plus importante.

3.33 intégrale sur l'impulsion du carré de la pression: Intégrale sur le temps du carré de la pression acoustique instantanée en un point particulier d'un champ acoustique intégré sur la forme d'onde de l'impulsion acoustique.

Symbole: P_i
Unité: pascal au carré seconde, Pa²s.

3.34 période de répétition de l'impulsion: Intervalle de temps entre deux impulsions successives ou salves sonores. Elle s'applique à des ensembles à balayage non automatique à élément unique et à des ensembles à balayage automatique. Voir également le 5.3.2.1 de la CEI 469-1.

Unité: seconde, s.

3.35 fréquence de répétition (p.r.r.): Inverse de la période de répétition. Voir également le 5.3.2.2 de la CEI 469-1.

Symbole: prr
Unité: Hertz, Hz.

3.36 pression acoustique efficace: Moyenne quadratique de la pression acoustique instantanée en un point particulier d'un champ acoustique. La moyenne doit être prise sur un nombre entier de périodes de répétition acoustique, sauf indications contraires.

Symbole: P_{rms}
Unité: pascal, Pa.

3.30 pulse duration: 1,25 times the interval between the time when the time integral of the square of the instantaneous acoustic pressure reaches 10 per cent and 90 per cent of its final value. The final value of the time integral of the square of the instantaneous acoustic pressure is the pulse-pressure-squared integral.

Symbol: t_d
Unit: second, s.

3.31 pulse-intensity integral: Time integral of the instantaneous intensity at a particular point in an acoustic field integrated over the acoustic pulse waveform.

NOTE - For many measurement purposes referred to in this International Standard, pulse-intensity integral is proportional to pulse-pressure-squared integral.

Symbol: I_{pi}
Unit: joule per metre squared, J/m^2 .

3.32 pulse-peak cycle: Single cycle of an acoustic pulse waveform between two points of zero instantaneous acoustic pressure. This single cycle is composed of the half cycle containing the temporal-peak acoustic pressure and whichever of the two adjacent half cycles contains the larger peak instantaneous acoustic pressure.

3.33 pulse-pressure-squared integral: Time integral of the square of the instantaneous acoustic pressure at a particular point in an acoustic field integrated over the acoustic pulse waveform.

Symbol: p_i
Unit: pascal squared second, Pa^2s .

3.34 pulse repetition period: Time interval between two successive pulses or tone-bursts. This applies to single element non-automatic scanning systems and automatic scanning systems. See also 5.3.2.1 of IEC 469-1.

Unit: second, s.

3.35 pulse repetition rate (p.r.r.): Inverse of the pulse repetition period. See also 5.3.2.2 of IEC 469-1.

Symbol: prr
Unit: hertz, Hz.

3.36 R.M.S. acoustic pressure: Root mean square (r.m.s.) of the instantaneous acoustic pressure at a particular point in an acoustic field. The mean should be taken over an integral number of acoustic repetition periods unless otherwise specified.

Symbol: p_{rms}
Unit: pascal, Pa.

3.37 aire balayée: Pour les ensembles à balayage automatique, aire de la partie de la surface considérée constituée de tous les points de tout faisceau traversant cette surface au cours de la période de répétition de balayage.

Symbole: A_s
Unité: mètre carré, m^2 .

3.38 plan de balayage: Pour les ensembles à balayage automatique, plan contenant toutes les lignes de balayage ultrasonore.

3.39 période de répétition de balayage: Intervalle de temps entre les points identiques de deux images, secteurs ou balayages successifs. Cette période s'applique exclusivement aux systèmes à balayage automatique.

Unité: seconde, s.

3.40 fréquence de répétition de balayage (s.r.r.): Inverse de la période de répétition de balayage.

Unité: Hertz, Hz.

3.41 pression acoustique moyenne spatiale et sur l'impulsion: Pour les ensembles à balayage non automatique, elle est égale à la pression acoustique moyenne sur le faisceau moyenne sur l'impulsion.

NOTE - La pression acoustique moyenne spatiale et sur l'impulsion ne s'applique pas aux ensembles à balayage automatique, seule la pression acoustique moyenne sur le faisceau et l'impulsion s'applique.

Symbole: p_{sap}
Unité: pascal, Pa.

3.42 intensité moyenne spatiale moyenne sur l'impulsion: Pour les systèmes à balayage non automatique, elle est égale à l'intensité moyenne sur le faisceau moyenne sur l'impulsion.

NOTE - L'intensité moyenne spatiale moyenne sur l'impulsion ne s'applique pas aux ensembles à balayage automatique, seule l'intensité moyenne sur le faisceau moyenne sur l'impulsion s'applique.

Symbole: I_{sapa}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.43 pression acoustique efficace moyenne spatiale: Pour les ensembles à balayage non automatique, elle est égale à la pression acoustique efficace moyenne sur le faisceau. Pour les ensembles à balayage automatique, elle est égale à la pression acoustique efficace moyennée sur l'aire balayée, lorsque la pression acoustique efficace est prise sur la période de répétition de balayage.

Symbole: P_{sar}
Unité: pascal, Pa.

3.37 scan-area: For automatic scanning systems, the area on the surface considered consisting of all points within the beam-area of any beam passing through the surface during the scan repetition period.

Symbol: A_s
Unit: metre squared, m^2 .

3.38 scan plane: For automatic scanning systems, a plane containing all the ultrasonic scan lines.

3.39 scan repetition period: Time interval between identical points on two successive frames, sectors or scans. This applies to automatic scanning systems only.

Unit: second, s.

3.40 scan repetition rate (s.r.r.): Inverse of the scan repetition period.

Unit: hertz, Hz.

3.41 spatial-average pulse acoustic pressure: For non-automatic scanning systems, the beam-average pulse acoustic pressure.

NOTE - Spatial-average pulse acoustic pressure does not apply to automatic scanning systems, beam-average pulse acoustic pressure applies only.

Symbol: p_{sap}
Unit: pascal, Pa.

3.42 spatial-average pulse-average intensity: For non-automatic scanning systems, the beam-average pulse-average intensity.

NOTE - Spatial-average pulse-average intensity does not apply to automatic scanning systems, beam-average pulse-average intensity applies only.

Symbol: I_{sapa}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.43 spatial-average r.m.s. acoustic pressure: For non-automatic scanning systems, the beam-average r.m.s. acoustic pressure. For automatic scanning systems, equal to the r.m.s. acoustic pressure averaged over the scan-area, where the r.m.s. acoustic pressure is taken over the scan repetition period.

Symbol: p_{sar}
Unit: pascal, Pa.

3.44 intensité moyenne spatiale moyenne temporelle: Pour les systèmes à balayage non automatique, elle est égale à l'intensité moyenne sur le faisceau moyenne temporelle. Pour les ensembles à balayage automatique, elle est égale à l'intensité moyenne temporelle moyennée sur l'aire balayée lorsque l'intensité moyenne temporelle est prise sur la période de répétition de balayage.

Symbole: I_{sata}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.45 intensité crête spatiale moyenne sur l'impulsion: Valeur maximale de l'intensité moyenne sur l'impulsion dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: I_{sppa}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.46 intégrale sur l'impulsion de l'intensité crête spatiale: Valeur maximale de l'intégrale sur l'impulsion de l'intensité dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: I_{sppi}
Unité: joule par mètre carré, J/m^2 .

3.47 pression acoustique crête spatiale moyenne sur l'impulsion: Valeur maximale de la pression acoustique sur l'impulsion dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: P_{spp}
Unité: pascal, Pa.

3.48 pression acoustique efficace crête spatiale: Valeur maximale de la pression acoustique efficace dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: P_{spr}
Unité: pascal, Pa.

3.49 intensité crête spatiale moyenne temporelle: Valeur maximale de l'intensité moyenne temporelle dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: I_{spta}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.50 pression acoustique crête spatiale crête temporelle (ou pression sonore de crête): La plus grande des deux valeurs suivantes: pression acoustique positive de crête ou pression acoustique négative de crête.

Symbole: P_{sptp}
Unité: pascal, Pa.

3.51 intensité crête spatiale crête temporelle: Valeur maximale de l'intensité crête temporelle dans un champ acoustique ou dans un plan spécifié.

Symbole: I_{sptp}
Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.44 spatial-average temporal-average intensity: For non-automatic scanning systems, the beam-average temporal-average intensity. For automatic scanning systems, equal to the temporal-average intensity averaged over the scan-area where the temporal-average intensity is taken over the scan repetition period.

Symbol: I_{sata}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.45 spatial-peak pulse-average intensity: Maximum value of the pulse-average intensity in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: I_{sppa}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.46 spatial-peak pulse-intensity integral: Maximum value of the pulse-intensity integral in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: I_{sppi}
Unit: joule per metre squared, J/m^2 .

3.47 spatial-peak pulse acoustic pressure: Maximum value of the pulse acoustic pressure in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: p_{spp}
Unit: pascal, Pa.

3.48 spatial-peak r.m.s. acoustic pressure: Maximum value of the r.m.s. acoustic pressure in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: p_{spr}
Unit: pascal, Pa.

3.49 spatial-peak temporal-average intensity: Maximum value of the temporal-average intensity in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: I_{spta}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.50 spatial-peak temporal-peak acoustic pressure; peak sound pressure: Larger of the peak-positive acoustic pressure or the peak-negative acoustic pressure.

Symbol: p_{sptp}
Unit: pascal, Pa.

3.51 spatial-peak temporal-peak intensity: Maximum value of the temporal-peak intensity in an acoustic field or in a specified plane.

Symbol: I_{sptp}
Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.52 axe de symétrie du plan de balayage: Ligne imaginaire dans le plan de balayage de part et d'autre de laquelle se compte un nombre égal de lignes de balayage ultrasonore.

3.53 intensité moyenne temporelle: Moyenne sur le temps de l'intensité instantanée en un point particulier d'un champ acoustique. La moyenne sur le temps est prise sur un nombre entier de périodes de répétition acoustique, sauf dispositions contraires.

Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.54 pression acoustique crête temporelle: Valeur maximale du module de la pression acoustique instantanée en un point particulier d'un champ acoustique.

Symbole: p_o

Unité: pascal, Pa.

3.55 intensité crête temporelle: Valeur maximale de l'intensité instantanée en un point particulier d'un champ acoustique.

Unité: watt par mètre carré, W/m^2 .

3.56 ligne de balayage ultrasonore: Pour les ensembles à balayage automatique, axe d'alignement du faisceau pour un groupe particulier d'éléments transducteurs ultrasonores ou, pour une excitation particulière d'un transducteur ultrasonore ou d'un groupe d'éléments transducteurs ultrasonores.

3.57 séparation de lignes de balayage ultrasonore: Pour les ensembles à balayage automatique, distance entre les points d'intersection de deux lignes de balayage ultrasonore consécutives du même type avec un plan spécifié.

Symbole: s_s

Unité: mètre, m.

3.58 transducteur ultrasonore: Dispositif permettant de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique dans la gamme de fréquences ultrasonores et/ou réciproquement de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique.

3.59 dimensions d'un transducteur ultrasonore: Dimensions de la surface de l'élément ou des éléments d'un transducteur ultrasonore.

Unité: mètre, m.

3.60 groupe d'éléments transducteurs ultrasonores: Groupe d'éléments d'un transducteur ultrasonore excités ensemble afin d'engendrer une impulsion acoustique unique.

3.61 dimensions de groupe d'éléments transducteurs ultrasonores: Dimensions de la surface du groupe d'éléments d'un groupe d'éléments d'un transducteur ultrasonore, distance entre les éléments comprise, représentant par conséquent les dimensions hors tout.

Unité: mètre, m.

3.52 symmetry axis of the scan plane: Imaginary line in the scan plane on each side of which an equal number of ultrasonic scan lines occur.

3.53 temporal-average intensity: Time-average of the instantaneous intensity at a particular point in an acoustic field. The time-average is taken over an integral number of acoustic repetition periods, unless otherwise specified.

Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.54 temporal-peak acoustic pressure: Maximum value of the modulus of the instantaneous acoustic pressure at a particular point in an acoustic field.

Symbol: p_o
Unit: pascal, Pa.

3.55 temporal-peak intensity: Maximum value of the instantaneous intensity at a particular point in an acoustic field.

Unit: watt per metre squared, W/m^2 .

3.56 ultrasonic scan line: For automatic scanning systems, the beam alignment axis for a particular ultrasonic transducer element group, or for a particular excitation of an ultrasonic transducer or ultrasonic transducer element group.

3.57 ultrasonic scan line separation: For automatic scanning systems, the distance between the points of intersection of two consecutive ultrasonic scan lines of the same type and a specified plane.

Symbol: s_s
Unit: metre, m.

3.58 ultrasonic transducer: Device capable of converting electrical energy to mechanical energy within the ultrasonic frequency range and/or reciprocally of converting mechanical energy to electrical energy.

3.59 ultrasonic transducer dimensions: Dimensions of the surface of the element or elements of an ultrasonic transducer.

Unit: metre, m.

3.60 ultrasonic transducer element group: Group of elements of an ultrasonic transducer which are excited together in order to produce a single acoustic pulse.

3.61 ultrasonic transducer element group dimensions: Dimensions of the surface of the group of elements of an ultrasonic transducer element group which includes the distance between the elements, hence representing the overall dimensions.

Unit: metre, m.

4 Table des symboles

a	Rayon apparent de l'élément actif de l'hydrophone.
a_g	Rayon géométrique d'un élément actif d'un hydrophone.
a_1	Rayon apparent d'un transducteur ultrasonore.
a_3, a_6	Rayons apparents de l'élément actif d'un hydrophone, déterminés à partir des mesurages de réponse directionnelle aux niveaux –3 dB et –6 dB.
$a_{\max}$	Rayon maximum apparent pour une application d'hydrophone spécifique.
A_1	Aire apparente d'un transducteur ultrasonore.
A_b	Aire du faisceau.
A_g	Aire géométrique d'un transducteur ultrasonore.
A_s	Aire balayée.
c	Vitesse du son dans un liquide (généralement l'eau).
C	Capacité en bout de câble d'un hydrophone.
C_{el}	Capacité d'entrée parallèle d'une charge électrique.
f_{awf}	Fréquence acoustique de fonctionnement.
F_g	$= 0,69 \cdot A_g / (\text{aire du faisceau à } -6 \text{ dB}).$
I	Intensité instantanée.
I_{bapa}	Intensité moyenne sur le faisceau et moyenne sur l'impulsion.
I_{bata}	Intensité moyenne sur le faisceau moyenne temporelle.
I_{pi}	Intégrale d'intensité sur l'impulsion.
I_{sapa}	Intensité moyenne spatiale moyenne sur l'impulsion.
I_{sata}	Intensité moyenne spatiale moyenne temporelle.
I_{sppa}	Intensité crête spatiale moyenne sur l'impulsion.
I_{sppi}	Intégrale sur l'impulsion de l'intensité crête spatiale.
I_{spta}	Intensité crête spatiale moyenne temporelle.

4 List of symbols

a	Effective radius of a hydrophone active element.
a_g	Geometrical radius of a hydrophone active element.
a_1	Effective radius of an ultrasonic transducer.
a_3, a_6	Effective radii of the active element of a hydrophone, determined from directional response measurements, at the –3 dB and –6 dB levels.
$a_{\max}$	Maximum effective radius for a specific hydrophone application.
A_1	Effective area of an ultrasonic transducer.
A_b	Beam-area.
A_g	Geometrical area of an ultrasonic transducer.
A_s	Scan-area.
c	Velocity of sound in a liquid (usually water).
C	End-of-cable capacitance of a hydrophone.
C_{el}	Parallel input capacitance of an electrical load.
f_{awf}	Acoustic-working frequency.
F_g	$= 0,69 \cdot A_g / (-6 \text{ dB beam-area})$.
I	Instantaneous intensity.
I_{bapa}	Beam-average pulse-average intensity.
I_{bata}	Beam-average temporal-average intensity.
I_{pi}	Pulse-intensity integral.
I_{sapa}	Spatial-average pulse-average intensity.
I_{sata}	Spatial-average temporal-average intensity.
I_{sppa}	Spatial-peak pulse-average intensity.
I_{sppi}	Spatial-peak pulse-intensity integral.
I_{spta}	Spatial-peak temporal-average intensity.