

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



Ultrasonics – Pulse-echo scanners –

Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response

Ultrasons – Scanners à impulsion et écho –

Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et des mesures de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.140.50

ISBN 978-2-8322-4589-7

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



Ultrasonics – Pulse-echo scanners –

Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response

Ultrasons – Scanners à impulsion et écho –

Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et des mesures de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Symbols and abbreviated terms	15
5 General conditions	16
6 Techniques for calibrating 2D-measurement systems.....	17
6.1 Test methods	17
6.2 Instruments	17
6.3 Test settings.....	18
6.4 Test parameters	19
7 Methods for calibrating 3D-measurement systems.....	21
7.1 General	21
7.2 Types of 3D-reconstruction methods.....	21
7.3 Test parameters associated with reconstruction problems	22
7.4 Test methods for measurement of 3D-reconstruction accuracy.....	23
8 Measurement of point-spread and line-spread functions (high-contrast spot size)	27
8.1 General	27
8.2 Test methods	28
8.3 Instruments	28
8.4 Test settings.....	29
8.5 Test parameters	31
Annex A (normative) Test objects – Calibration of 2D-spatial measurement systems.....	36
Annex B (normative) Test objects – Measurement and calibration of 3D-image reconstruction accuracy	39
Annex C (normative) Test objects – Measurement of point-spread function response.....	43
Annex D (informative) Quality parameters derived by PSF-mapping analysis.....	48
Bibliography	64
Figure A.1 – Concentric circular arrays of nylon filaments	37
Figure A.2 – Regular 2D-array of nylon filaments	38
Figure B.1 – Tissue mimicking ovoid target phantom	40
Figure B.2 – Composite of two cross-sectional views of test object shown in Figure B.1	40
Figure B.3 – Projection view from top of test object shown in Figure B.1	41
Figure B.4 – Projection view from end window of test object shown in Figure B.1	42
Figure C.1 – Filament test object for measuring the LSF.....	44
Figure C.2 – Axial resolution test object.....	45
Figure C.3 – Movable single filament in water	46
Figure C.5 – Slice thickness measurement and calculation	47
Figure D.1 – Principal schematic of the PSF-analyser function.....	51
Figure D.2 – Principle of elimination of internal multi-reflections in the spherical target using filtration in time domain	54

Figure D.3 – A pixel maximum level and PSF-trace estimation in ROI stored digital data.....	56
Figure D.4 – The derivation of FWHM-value from the lateral-amplitude profile of PSF received-echo signal ($a_{r,max}(x_i,z_k) = 221$) with reflector positioned on axis of the ultrasound beam in point (x_i,z_k) of the measuring grid	57
Figure D.5 – The FWHM-derivation from the elevational (transversal) profile of MER in one point of the measuring grid	58
Figure D.6 – The derivation of the reflected-signal axial-profile from the ROI	59
Figure D.7 – The enumeration of the $W_{H,HM}$ parameter from the axial-profile line: $a_{r,max}(x,z) = 243$	59
Figure D.8 – The distribution of FWHM over a scan area of width 20 mm to depth 80 mm, made with a monofocal scan using a linear 5 MHz transducer	60
Figure D.9 – The distribution of FWHM over a scan area of width 20 mm to depth 80 mm, made with the same system as for Figure D.7 but using three focal points (F1, F2 and F3) for the scan	60
Figure D.10 – Plot of the distribution of MER-intensity over the scanning area 30 mm wide and 40 mm deep	61
Figure D.11 – The elevational profile recorded from $a_{r,max}(x_i,y,z_k)$ values for a spherical target passing perpendicularly to the scanning plane in one point (x_i,z_k) of the measuring grid	62
Table 1 – Expected values for the two ellipsoidal objects in Figure B.3	27
Table 2 – Suggested table of reported values	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ULTRASONICS – PULSE-ECHO SCANNERS –**Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems
and measurement of system point-spread function response**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 61391-1 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-07) [documents 87/336/FDIS and 87/343/RVD] and its amendment 1 (2017-07) [documents 87/650/FDIS and 87/653/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 61391-1 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics.

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

Terms in **bold** in the text are defined in clause 3.

This standard is intended to be published in two or more parts:

- Part 1 deals with techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response;
- Part 2 will deal with measurement of system sensitivity, dynamic range, and low-contrast resolution.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

An ultrasonic pulse-echo scanner produces images of tissue in an ultrasonic **scan plane** by sweeping a narrow pulsed beam of **ultrasound** through the section of interest and detecting the echoes generated at tissue boundaries. A variety of **ultrasonic transducer** types are employed to operate in a transmit/receive mode for the ultrasonic signals. Ultrasonic scanners are widely used in medical practice to produce images of many soft-tissue organs throughout the human body.

This standard describes test procedures that should be widely acceptable and valid for a wide range of types of equipment. Manufacturers should use the standard to prepare their specifications; the users should employ the standard to check specifications. The measurements can be carried out without interfering with the normal working conditions of the machine. Typical **test objects** are described in the annexes. The structures of the **test objects** have not been specified in detail, rather suitable types of overall and internal structures are described. The specific structure of a **test object** should be reported with the results obtained using it. Similar commercial versions of these **test objects** are available.

The performance parameters specified and the corresponding methods of measurement have been chosen to provide a basis for comparison with the manufacturer's specification and between similar types of apparatus of different makes, intended for the same kind of diagnostic application. The manufacturer's specification should allow comparison with the results obtained from the tests in this standard. Furthermore, it is intended that the sets of results and values obtained from the use of the recommended methods will provide useful criteria for predicting the performance of equipment in appropriate diagnostic applications. This standard concentrates on measurements of images by digital techniques. Methods suitable for inspection by eye are covered here as well. Discussion of other visual techniques can be found in IEC 61390 [1] ¹⁾.

Where a diagnostic system accommodates more than one option in respect of a particular system component, for example the **ultrasonic transducer**, it is intended that each option be regarded as a separate system. However, it is considered that the performance of a machine is adequately specified, if measurements are undertaken for the most significant combinations of machine control settings and accessories. Further evaluation of equipment is obviously possible but this should be considered as a special case rather than a routine requirement.

1) Figures in square brackets refer to the Bibliography.

ULTRASONICS – PULSE-ECHO SCANNERS –

Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response

1 Scope

This International Standard describes methods of calibrating the spatial measurement facilities and **point-spread function** of ultrasonic imaging equipment in the ultrasonic frequency range 0,5 MHz to 15 MHz. This standard is relevant for ultrasonic scanners based on the pulse-echo principle of the types listed below:

- mechanical sector scanners;
- electronic phased-array sector scanners;
- electronic linear-array scanners;
- electronic curved-array sector scanners;
- water-bath scanners based on any of the above four scanning mechanisms;
- 3D-volume reconstruction systems.

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 60050-802:2011, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 802: Ultrasonics*

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

IEC 61685:2001, *Ultrasonics – Flow measurement systems – Flow test object*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	68
INTRODUCTION	70
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives	71
3 Termes et définitions	71
4 Symboles et termes abrégés	79
5 Conditions générales	80
6 Techniques d'étalonnage de systèmes de mesure 2D	81
6.1 Méthodes d'essai	81
6.2 Instruments	82
6.3 Réglages d'essai	83
6.4 Paramètres d'essai	84
7 Méthodes d'étalonnage des systèmes de mesure 3D	86
7.1 Généralités	86
7.2 Types de méthodes de reconstruction 3D	86
7.3 Paramètres d'essai associés aux problèmes de reconstruction	87
7.4 Méthodes d'essai pour la mesure de la précision de reconstruction 3D	88
8 Mesure des fonctions de dispersion ponctuelle et de dispersion linéaire (dimensions de la zone de résolution à haut contraste)	92
8.1 Généralités	92
8.2 Méthodes d'essai	93
8.3 Instruments	93
8.4 Réglages d'essai	94
8.5 Paramètres d'essai	96
Annexe A (normative) Objets d'essai – Étalonnage de systèmes de mesure spatiaux 2D	101
Annexe B (normative) Objets d'essai – Mesure et étalonnage de la précision de reconstruction d'images 3D	104
Annexe C (normative) Objets d'essai – Mesure de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle	109
Annexe D (informative) Paramètres de qualité dérivés par analyse de la cartographie FDP	114
Bibliographie	133
Figure A.1 – Réseau circulaire concentrique de filaments en nylon	102
Figure A.2 – Réseau 2D régulier de filaments en nylon	103
Figure B.1 – Fantôme de cible ovoïde imitant le tissu	105
Figure B.2 – Ensemble de 2 vues de coupe transversale de l'objet d'essai de la Figure B.1	106
Figure B.3 – Vue en projection du dessus de l'objet d'essai de la Figure B.1	107
Figure B.4 – Vue en projection de la fenêtre finale de l'objet d'essai de la Figure B.1	108
Figure C.1 – Objet d'essai à filaments pour la mesure de la FDP	110
Figure C.2 – Objet d'essai de résolution axiale	111
Figure C.3 – Filament unique déplaçable dans l'eau	112
Figure D.1 – Schéma de principe de la fonction d'analyseur FDP	118

Figure D.2 – Principe d'élimination des multiréflexions internes dans la cible sphérique utilisant la filtration dans le domaine temporel	121
Figure D.3 – Niveau maximal de pixel et estimation de la trace FDP dans les données numériques stockées dans une ROI	123
Figure D.4 – Dérivation de la valeur FWHM d'après le profil d'amplitude latérale du signal d'écho reçu de la FDP ($a_{r,\max}(x_i, z_k) = 221$) en positionnant le réflecteur sur l'axe du faisceau ultrasonique au point (x_i, z_k) de la grille de mesure	125
Figure D.5 – Dérivation de la FWHM à partir du profil de profondeur (transversal) du MER au niveau d'un point de la grille de mesure	126
Figure D.6 – Dérivation du profil axial du signal réfléchi à partir de la ROI.....	127
Figure D.7 – Calcul du paramètre $W_{H,HM}$ à partir de la ligne de profil axial: $a_{r,\max}(x, z) = 243$	128
Figure D.8 – Distribution de la FWHM sur une surface d'exploration de 20 mm de largeur sur 80 mm de profondeur, réalisée avec une exploration monofocale à l'aide d'un transducteur linéaire de 5 MHz.....	129
Figure D.9 – Distribution de la FWHM sur une surface d'exploration de 20 mm de largeur sur 80 mm de profondeur, réalisée avec un système identique à celui de la Figure D.7 mais en utilisant trois points focaux (F1, F2 et F3) pour l'exploration.....	130
Figure D.10 – Tracé de la distribution de l'intensité du MER sur la surface d'exploration de 30 mm de largeur et de 40 mm de profondeur.....	131
Figure D.11 – Profil en hauteur enregistré à partir des valeurs $a_{r,\max}(x_i, y, z_k)$ pour une cible sphérique traversant perpendiculairement le plan d'exploration en un point (x_i, z_k) de la grille de mesure	132
Tableau 1 – Valeurs prévues pour les deux objets ellipsoïdaux de la Figure B.3.....	92
Tableau 2 – Tableau suggéré de valeurs rapportées.....	92

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – SCANNERS À IMPULSION ET ÉCHO –**Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes
de mesure spatiaux et des mesures de la réponse
de la fonction de dispersion ponctuelle du système****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 61391-1 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-07) [documents 87/336/FDIS et 87/343/RVD] et son amendement 1 (2017-07) [documents 87/650/FDIS et 87/653/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La présente Norme internationale IEC 61391-1 a été établie par le comité d'études 87 de l'IEC: Ultrasons.

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

Les termes en caractères **gras** dans le texte sont définis à l'Article 3.

Cette norme est destinée à être publiée en deux parties ou plus:

- La Partie 1 traitant des techniques d'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et de mesure de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système;
- La Partie 2 traitera du mesurage de la sensibilité du système, de la portée dynamique et de la résolution à faible contraste.

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 l'IEC 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

Un scanner ultrasonique à impulsion et écho produit des images de tissus dans un **plan de balayage** ultrasonique en balayant un faisceau pulsé étroit d'**ultrasons** à travers la section examinée et en détectant les échos générés aux limites du tissu. De nombreux types de **transducteurs ultrasoniques** fonctionnent en mode émetteur-récepteur pour les signaux ultrasoniques. Les scanners ultrasoniques sont largement employés dans les applications médicales, afin de produire des images d'organes à tissus mous du corps humain.

La présente norme décrit des procédures d'essai qui devraient être largement acceptables et valides pour de nombreux types d'appareils. Il convient que les fabricants utilisent la norme pour préparer leurs spécifications; il convient que les utilisateurs utilisent la norme pour vérifier les spécifications. Les mesures peuvent être réalisées sans interférer avec les conditions de fonctionnement normales de l'appareil. Des **objets d'essai** typiques sont décrits dans les annexes. Les structures des **objets d'essai** n'ont pas été spécifiées en détail; des types de structures générales et internes appropriés sont néanmoins décrits. Il est recommandé que la structure spécifique de l'**objet d'essai** utilisée soit indiquée dans les résultats correspondants. Des versions similaires commercialisées de ces **objets d'essai** sont disponibles.

Les paramètres de performance spécifiés et les méthodes de mesure correspondantes ont été choisis pour fournir une base de comparaison avec les spécifications du fabricant et entre des types d'appareils similaires de différentes marques, conçus pour les mêmes types d'applications diagnostiques. Il convient que les spécifications du fabricant permettent la comparaison des résultats obtenus à partir des essais selon cette norme. En outre, l'objectif de la norme est qu'un ensemble de résultats et de valeurs obtenus par l'utilisation des méthodes recommandées fournisse des critères utiles de prédiction des performances des appareils pour des applications diagnostiques appropriées. La présente norme s'intéresse en particulier aux mesures sur les images par des techniques numériques. Des méthodes convenant à l'examen visuel y sont également mentionnées. D'autres techniques visuelles peuvent être trouvées dans l'IEC 61390 [1]¹⁾.

Lorsqu'un système de diagnostic comporte plus d'une option pour un composant particulier du système (par exemple le **transducteur ultrasonique**), l'objectif est que chaque option soit considérée comme correspondant à un système différent. Toutefois, la performance d'une machine est considérée comme spécifiée correctement, si des mesures sont réalisées pour les combinaisons les plus significatives des réglages de contrôle et des accessoires de l'appareil. Une évaluation additionnelle de l'appareil est manifestement possible, mais il convient qu'elle ne soit envisagée que pour des cas particuliers et non de façon routinière.

1) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

ULTRASONS – SCANNERS À IMPULSION ET ÉCHO –

Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et des mesures de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale décrit des méthodes d'étalonnage des moyens de mesure spatiaux et de la **fonction de dispersion ponctuelle** d'équipements d'imagerie à ultrasons, dans la gamme des fréquences ultrasoniques s'étendant de 0,5 MHz à 15 MHz. La norme s'applique aux scanners ultrasoniques basés sur le principe d'impulsion et écho des types suivants:

- scanners sectoriels à balayage mécanique;
- scanners sectoriels électroniques à réseau de phase;
- scanners électroniques à réseau linéaire;
- scanners sectoriels électroniques à réseau courbe;
- scanners à bain d'eau, basé sur l'un des quatre mécanismes de balayage précédents;
- systèmes de reconstruction de volume en 3D.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60050-802:2011, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 802: Ultrasons*

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

IEC 61685:2001, *Ultrasons – Systèmes de mesure de débit – Montage pour essai de débit (disponible en anglais seulement)*

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

FINAL VERSION

VERSION FINALE



**Ultrasonics – Pulse-echo scanners –
Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems and
measurement of system point-spread function response**

**Ultrasons – Scanners à impulsion et écho –
Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et
des mesures de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Symbols and abbreviated terms	15
5 General conditions.....	16
6 Techniques for calibrating 2D-measurement systems.....	17
6.1 Test methods	17
6.2 Instruments	17
6.3 Test settings.....	18
6.4 Test parameters	19
7 Methods for calibrating 3D-measurement systems.....	21
7.1 General	21
7.2 Types of 3D-reconstruction methods.....	21
7.3 Test parameters associated with reconstruction problems.....	22
7.4 Test methods for measurement of 3D-reconstruction accuracy.....	23
8 Measurement of point-spread and line-spread functions (high-contrast spot size)	27
8.1 General	27
8.2 Test methods	28
8.3 Instruments	28
8.4 Test settings.....	28
8.5 Test parameters	30
Annex A (normative) Test objects – Calibration of 2D-spatial measurement systems.....	35
Annex B (normative) Test objects – Measurement and calibration of 3D-image reconstruction accuracy	38
Annex C (normative) Test objects – Measurement of point-spread function response.....	42
Annex D (informative) Quality parameters derived by PSF-mapping analysis.....	47
Bibliography	63
Figure A.1 – Concentric circular arrays of nylon filaments	36
Figure A.2 – Regular 2D-array of nylon filaments	37
Figure B.1 – Tissue mimicking ovoid target phantom	39
Figure B.2 – Composite of two cross-sectional views of test object shown in Figure B.1	39
Figure B.3 – Projection view from top of test object shown in Figure B.1	40
Figure B.4 – Projection view from end window of test object shown in Figure B.1	41
Figure C.1 – Filament test object for measuring the LSF.....	43
Figure C.2 – Axial resolution test object.....	44
Figure C.3 – Movable single filament in water.....	45
Figure C.5 – Slice thickness measurement and calculation	46
Figure D.1 – Principal schematic of the PSF-analyser function.....	50
Figure D.2 – Principle of elimination of internal multi-reflections in the spherical target using filtration in time domain	53

Figure D.3 – A pixel maximum level and PSF-trace estimation in ROI stored digital data.....	55
Figure D.4 – The derivation of FWHM-value from the lateral-amplitude profile of PSF received-echo signal ($a_{r,max}(x_i, z_k) = 221$) with reflector positioned on axis of the ultrasound beam in point (x_i, z_k) of the measuring grid	56
Figure D.5 – The FWHM-derivation from the elevational (transversal) profile of MER in one point of the measuring grid	57
Figure D.6 – The derivation of the reflected-signal axial-profile from the ROI	58
Figure D.7 – The enumeration of the $W_{H, HM}$ parameter from the axial-profile line: $a_{r,max}(x, z) = 243$	58
Figure D.8 – The distribution of FWHM over a scan area of width 20 mm to depth 80 mm, made with a monofocal scan using a linear 5 MHz transducer	59
Figure D.9 – The distribution of FWHM over a scan area of width 20 mm to depth 80 mm, made with the same system as for Figure D.7 but using three focal points (F1, F2 and F3) for the scan	59
Figure D.10 – Plot of the distribution of MER-intensity over the scanning area 30 mm wide and 40 mm deep	60
Figure D.11 – The elevational profile recorded from $a_{r,max}(x_i, y, z_k)$ values for a spherical target passing perpendicularly to the scanning plane in one point (x_i, z_k) of the measuring grid	61
Table 1 – Expected values for the two ellipsoidal objects in Figure B.3	26
Table 2 – Suggested table of reported values	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ULTRASONICS – PULSE-ECHO SCANNERS –**Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems
and measurement of system point-spread function response**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 61391-1 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-07) [documents 87/336/FDIS and 87/343/RVD] and its amendment 1 (2017-07) [documents 87/650/FDIS and 87/653/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 61391-1 has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics.

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

Terms in **bold** in the text are defined in clause 3.

This standard is intended to be published in two or more parts:

- Part 1 deals with techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response;
- Part 2 will deal with measurement of system sensitivity, dynamic range, and low-contrast resolution.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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 document using a colour printer.

INTRODUCTION

An ultrasonic pulse-echo scanner produces images of tissue in an ultrasonic **scan plane** by sweeping a narrow pulsed beam of **ultrasound** through the section of interest and detecting the echoes generated at tissue boundaries. A variety of **ultrasonic transducer** types are employed to operate in a transmit/receive mode for the ultrasonic signals. Ultrasonic scanners are widely used in medical practice to produce images of many soft-tissue organs throughout the human body.

This standard describes test procedures that should be widely acceptable and valid for a wide range of types of equipment. Manufacturers should use the standard to prepare their specifications; the users should employ the standard to check specifications. The measurements can be carried out without interfering with the normal working conditions of the machine. Typical **test objects** are described in the annexes. The structures of the **test objects** have not been specified in detail, rather suitable types of overall and internal structures are described. The specific structure of a **test object** should be reported with the results obtained using it. Similar commercial versions of these **test objects** are available.

The performance parameters specified and the corresponding methods of measurement have been chosen to provide a basis for comparison with the manufacturer's specification and between similar types of apparatus of different makes, intended for the same kind of diagnostic application. The manufacturer's specification should allow comparison with the results obtained from the tests in this standard. Furthermore, it is intended that the sets of results and values obtained from the use of the recommended methods will provide useful criteria for predicting the performance of equipment in appropriate diagnostic applications. This standard concentrates on measurements of images by digital techniques. Methods suitable for inspection by eye are covered here as well. Discussion of other visual techniques can be found in IEC 61390 [1] ¹⁾.

Where a diagnostic system accommodates more than one option in respect of a particular system component, for example the **ultrasonic transducer**, it is intended that each option be regarded as a separate system. However, it is considered that the performance of a machine is adequately specified, if measurements are undertaken for the most significant combinations of machine control settings and accessories. Further evaluation of equipment is obviously possible but this should be considered as a special case rather than a routine requirement.

1) Figures in square brackets refer to the Bibliography.

ULTRASONICS – PULSE-ECHO SCANNERS –

Part 1: Techniques for calibrating spatial measurement systems and measurement of system point-spread function response

1 Scope

This International Standard describes methods of calibrating the spatial measurement facilities and **point-spread function** of ultrasonic imaging equipment in the ultrasonic frequency range 0,5 MHz to 15 MHz. This standard is relevant for ultrasonic scanners based on the pulse-echo principle of the types listed below:

- mechanical sector scanners;
- electronic phased-array sector scanners;
- electronic linear-array scanners;
- electronic curved-array sector scanners;
- water-bath scanners based on any of the above four scanning mechanisms;
- 3D-volume reconstruction systems.

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 60050-802:2011, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 802: Ultrasonics*

IEC 61685:2001, *Ultrasonics – Flow measurement systems – Flow test object*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	68
INTRODUCTION	70
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives	71
3 Termes et définitions	71
4 Symboles et termes abrégés	79
5 Conditions générales	80
6 Techniques d'étalonnage de systèmes de mesure 2D	81
6.1 Méthodes d'essai	81
6.2 Instruments	82
6.3 Réglages d'essai	83
6.4 Paramètres d'essai	84
7 Méthodes d'étalonnage des systèmes de mesure 3D	86
7.1 Généralités	86
7.2 Types de méthodes de reconstruction 3D	86
7.3 Paramètres d'essai associés aux problèmes de reconstruction	87
7.4 Méthodes d'essai pour la mesure de la précision de reconstruction 3D	88
8 Mesure des fonctions de dispersion ponctuelle et de dispersion linéaire (dimensions de la zone de résolution à haut contraste)	92
8.1 Généralités	92
8.2 Méthodes d'essai	93
8.3 Instruments	93
8.4 Réglages d'essai	94
8.5 Paramètres d'essai	96
Annexe A (normative) Objets d'essai – Étalonnage de systèmes de mesure spatiaux 2D	101
Annexe B (normative) Objets d'essai – Mesure et étalonnage de la précision de reconstruction d'images 3D	104
Annexe C (normative) Objets d'essai – Mesure de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle	109
Annexe D (informative) Paramètres de qualité dérivés par analyse de la cartographie FDP	114
Bibliographie	133
Figure A.1 – Réseau circulaire concentrique de filaments en nylon	102
Figure A.2 – Réseau 2D régulier de filaments en nylon	103
Figure B.1 – Fantôme de cible ovoïde imitant le tissu	105
Figure B.2 – Ensemble de 2 vues de coupe transversale de l'objet d'essai de la Figure B.1	106
Figure B.3 – Vue en projection du dessus de l'objet d'essai de la Figure B.1	107
Figure B.4 – Vue en projection de la fenêtre finale de l'objet d'essai de la Figure B.1	108
Figure C.1 – Objet d'essai à filaments pour la mesure de la FDP	110
Figure C.2 – Objet d'essai de résolution axiale	111
Figure C.3 – Filament unique déplaçable dans l'eau	112
Figure D.1 – Schéma de principe de la fonction d'analyseur FDP	118

Figure D.2 – Principe d'élimination des multiréflexions internes dans la cible sphérique utilisant la filtration dans le domaine temporel	121
Figure D.3 – Niveau maximal de pixel et estimation de la trace FDP dans les données numériques stockées dans une ROI	123
Figure D.4 – Dérivation de la valeur FWHM d'après le profil d'amplitude latérale du signal d'écho reçu de la FDP ($a_{r,\max}(x_i, z_k) = 221$) en positionnant le réflecteur sur l'axe du faisceau ultrasonique au point (x_i, z_k) de la grille de mesure	125
Figure D.5 – Dérivation de la FWHM à partir du profil de profondeur (transversal) du MER au niveau d'un point de la grille de mesure	126
Figure D.6 – Dérivation du profil axial du signal réfléchi à partir de la ROI.....	127
Figure D.7 – Calcul du paramètre $W_{H,HM}$ à partir de la ligne de profil axial: $a_{r,\max}(x, z) = 243$	128
Figure D.8 – Distribution de la FWHM sur une surface d'exploration de 20 mm de largeur sur 80 mm de profondeur, réalisée avec une exploration monofocale à l'aide d'un transducteur linéaire de 5 MHz.....	129
Figure D.9 – Distribution de la FWHM sur une surface d'exploration de 20 mm de largeur sur 80 mm de profondeur, réalisée avec un système identique à celui de la Figure D.7 mais en utilisant trois points focaux (F1, F2 et F3) pour l'exploration.....	130
Figure D.10 – Tracé de la distribution de l'intensité du MER sur la surface d'exploration de 30 mm de largeur et de 40 mm de profondeur.....	131
Figure D.11 – Profil en hauteur enregistré à partir des valeurs $a_{r,\max}(x_i, y, z_k)$ pour une cible sphérique traversant perpendiculairement le plan d'exploration en un point (x_i, z_k) de la grille de mesure	132
Tableau 1 – Valeurs prévues pour les deux objets ellipsoïdaux de la Figure B.3.....	92
Tableau 2 – Tableau suggéré de valeurs rapportées.....	92

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – SCANNERS À IMPULSION ET ÉCHO –**Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes
de mesure spatiaux et des mesures de la réponse
de la fonction de dispersion ponctuelle du système****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 61391-1 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-07) [documents 87/336/FDIS et 87/343/RVD] et son amendement 1 (2017-07) [documents 87/650/FDIS et 87/653/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La présente Norme internationale IEC 61391-1 a été établie par le comité d'études 87 de l'IEC: Ultrasons.

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

Les termes en caractères **gras** dans le texte sont définis à l'Article 3.

Cette norme est destinée à être publiée en deux parties ou plus:

- La Partie 1 traitant des techniques d'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et de mesure de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système;
- La Partie 2 traitera du mesurage de la sensibilité du système, de la portée dynamique et de la résolution à faible contraste.

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 l'IEC 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

Un scanner ultrasonique à impulsion et écho produit des images de tissus dans un **plan de balayage** ultrasonique en balayant un faisceau pulsé étroit d'**ultrasons** à travers la section examinée et en détectant les échos générés aux limites du tissu. De nombreux types de **transducteurs ultrasoniques** fonctionnent en mode émetteur-récepteur pour les signaux ultrasoniques. Les scanners ultrasoniques sont largement employés dans les applications médicales, afin de produire des images d'organes à tissus mous du corps humain.

La présente norme décrit des procédures d'essai qui devraient être largement acceptables et valides pour de nombreux types d'appareils. Il convient que les fabricants utilisent la norme pour préparer leurs spécifications; il convient que les utilisateurs utilisent la norme pour vérifier les spécifications. Les mesures peuvent être réalisées sans interférer avec les conditions de fonctionnement normales de l'appareil. Des **objets d'essai** typiques sont décrits dans les annexes. Les structures des **objets d'essai** n'ont pas été spécifiées en détail; des types de structures générales et internes appropriés sont néanmoins décrits. Il est recommandé que la structure spécifique de l'**objet d'essai** utilisée soit indiquée dans les résultats correspondants. Des versions similaires commercialisées de ces **objets d'essai** sont disponibles.

Les paramètres de performance spécifiés et les méthodes de mesure correspondantes ont été choisis pour fournir une base de comparaison avec les spécifications du fabricant et entre des types d'appareils similaires de différentes marques, conçus pour les mêmes types d'applications diagnostiques. Il convient que les spécifications du fabricant permettent la comparaison des résultats obtenus à partir des essais selon cette norme. En outre, l'objectif de la norme est qu'un ensemble de résultats et de valeurs obtenus par l'utilisation des méthodes recommandées fournisse des critères utiles de prédiction des performances des appareils pour des applications diagnostiques appropriées. La présente norme s'intéresse en particulier aux mesures sur les images par des techniques numériques. Des méthodes convenant à l'examen visuel y sont également mentionnées. D'autres techniques visuelles peuvent être trouvées dans l'IEC 61390 [1]¹⁾.

Lorsqu'un système de diagnostic comporte plus d'une option pour un composant particulier du système (par exemple le **transducteur ultrasonique**), l'objectif est que chaque option soit considérée comme correspondant à un système différent. Toutefois, la performance d'une machine est considérée comme spécifiée correctement, si des mesures sont réalisées pour les combinaisons les plus significatives des réglages de contrôle et des accessoires de l'appareil. Une évaluation additionnelle de l'appareil est manifestement possible, mais il convient qu'elle ne soit envisagée que pour des cas particuliers et non de façon routinière.

1) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

ULTRASONS – SCANNERS À IMPULSION ET ÉCHO –

Partie 1: Techniques pour l'étalonnage des systèmes de mesure spatiaux et des mesures de la réponse de la fonction de dispersion ponctuelle du système

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale décrit des méthodes d'étalonnage des moyens de mesure spatiaux et de la **fonction de dispersion ponctuelle** d'équipements d'imagerie à ultrasons, dans la gamme des fréquences ultrasoniques s'étendant de 0,5 MHz à 15 MHz. La norme s'applique aux scanners ultrasoniques basés sur le principe d'impulsion et écho des types suivants:

- scanners sectoriels à balayage mécanique;
- scanners sectoriels électroniques à réseau de phase;
- scanners électroniques à réseau linéaire;
- scanners sectoriels électroniques à réseau courbe;
- scanners à bain d'eau, basé sur l'un des quatre mécanismes de balayage précédents;
- systèmes de reconstruction de volume en 3D.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60050-802:2011, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 802: Ultrasons*

IEC 61685:2001, *Ultrasons – Systèmes de mesure de débit – Montage pour essai de débit (disponible en anglais seulement)*

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