RAPPORT TECHNIQUE

TECHNICAL REPORT

CEI
IEC
1206

Première édition
First edition
1993-05

Ultrasons – Ensembles à effet Doppler à ondes entretenues – Méthodes d'essai

Ultrasonics – Continuous-wave Doppler systems – Test procedures

© CEI 1993 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE V

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 8

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

Articles

1.1 Domaine d'application 10
1.2 Référence normative 10
1.3 Définitions 10
1.4 Symboles 14

SECTION 2: ESSAIS GLOBAUX D'ENSEMBLES COMPLETS

2.1 Généralités 14
2.1.1 Types d'ensembles à effet Doppler à ultrasons 14
2.1.2 Cas les plus défavorables 14
2.2 Conditions initiales 16
2.2.1 Alimentation 16
2.2.2 Fréquence d'essai, conditions générales 18
2.2.3 Distance de travail 18
2.2.4 Niveau de bruit à signal zéro 20
2.3 Réponse en fréquence Doppler 20
2.3.1 Bande de fréquences de réponse 20
2.3.2 Précision de fréquence Doppler 22
2.3.3 Fonctionnement à signal large 22
2.4 Réponse dans l'espace 24
2.4.1 Réponse axiale 26
2.4.2 Réponse latérale 26
2.5 Fréquence de fonctionnement 28
2.5.1 Mesurage acoustique 28
2.5.2 Mesurage électrique 28
2.6 Séparation en direction du flux 28
2.6.1 Séparation des canaux 28
2.6.2 Flux simultané 30
2.7 Réponse au spectre Doppler 30
2.7.1 Circuits à flux volumique 32
2.7.2 Suiveurs de fréquence à maximum 32

SECTION 3: MONTAGES SPÉCIAUX POUR ESSAI DOPPLER

3.1 Montages pour essai Doppler 32
3.1.1 Montage pour essai Doppler à courroie 32
3.1.2 Montage pour essai Doppler à bande 36
3.1.3 Montage pour essai Doppler à disque 36
3.1.4 Montage pour essai Doppler à piston 38
3.1.5 Montage d'essai à petite bille 38
3.1.6 Montage pour essai Doppler à flux 38
3.1.7 Bac d'eau (ou bloc de gel) 40

Annexes

A Description d'ensembles ultrasonores Doppler à ondes entretenues 50
B Justifications 58
C Bibliographie 62

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

INTRODUCTION 9

SECTION 1: GENERAL

Clause

1.1 Scope 11
1.2 Normative reference 11
1.3 Definitions 11
1.4 Symbols 15

SECTION 2: OVERALL TESTS OF COMPLETE SYSTEMS

2.1 General considerations 15
2.1.1 Types of Doppler ultrasound systems 15
2.1.2 Worst case conditions 15
2.2 Initial conditions 17
2.2.1 Power supply 17
2.2.2 Test frequency, general conditions 19
2.2.3 Working distance 19
2.2.4 Zero-signal noise level 21
2.3 Doppler frequency response 21
2.3.1 Frequency response range 21
2.3.2 Doppler frequency accuracy 23
2.3.3 Large-signal performance 23
2.4 Spatial response 25
2.4.1 Axial response 27
2.4.2 Lateral response 27
2.5 Operating frequency 29
2.5.1 Acoustical measurement 29
2.5.2 Electrical measurement 29
2.6 Flow direction separation 29
2.6.1 Channel separation 29
2.6.2 Simultaneous flow 31
2.7 Response to Doppler spectrum 31
2.7.1 Volume-flow circuits 33
2.7.2 Maximum-frequency followers 33

SECTION 3: SPECIAL DOPPLER TEST OBJECTS

3.1 Doppler test objects 33
3.1.1 String Doppler test object 33
3.1.2 Band Doppler test object 37
3.1.3 Disk Doppler test object 37
3.1.4 Piston Doppler test object 39
3.1.5 Small ball test object 39
3.1.6 Flow Doppler test object 39
3.1.7 Water tank (or gel block) 41

Annexes

A Description of continuous-wave Doppler ultrasound systems 51
B Rationale 59
C Bibliography 62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ULTRASONS – ENSEMBLES À EFFET DOPPLER À ONDES ENTRETENUES – MÉTHODES D'ESSAI

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1206, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ULTRASONICS – CONTINUOUS-WAVE DOPPLER SYSTEMS – TEST PROCEDURES

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 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.
3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1206, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 87: Ultrasonics.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
87(SEC)35	87(SEC)47

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des ultrasons car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2, trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on Voting
87(SEC)35	87(SEC)47

Full information on the voting for the approval of this technical report can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of ultrasonics because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A, B and C are for information only.

INTRODUCTION

Les ensembles ultrasonores à effet Doppler à ondes entretenues pour la mesure des écoulements, des vitesses d'écoulement ou pour la détection des battements du coeur foetal sont largement utilisés dans la pratique clinique. Les appareils médicaux à ultrasons de ce type mesurent le décalage en fréquence par effet Doppler, qui est le changement de fréquence d'une onde ultrasonore diffusée, ce changement étant provoqué par le mouvement relatif entre le diffuseur et le transducteur ultrasonore. Cette fréquence est proportionnelle à la vitesse observée, qui est la composante de la vitesse d'un diffuseur qui se dirige vers un transducteur ou s'en éloigne.

Ce rapport technique décrit une gamme de méthodes d'essai qu'on peut employer pour déterminer divers paramètres de fonctionnement pour des ensembles ultrasonores à effet Doppler à ondes entretenues. On peut aussi les employer pour des ensembles à effet Doppler en régime pulsé, bien que des essais complémentaires soient alors nécessaires. Les méthodes d'essai reposent sur l'utilisation d'un nombre de mécanismes particuliers tels que courroie, bande, disque, piston et flux pour réaliser des montages pour essai Doppler. Ces méthodes d'essai peuvent être considérées comme relevant d'une des trois catégories suivantes. La première correspond à des essais courants de vérification de la qualité qui peuvent être exécutés par un clinicien ou un technicien pour s'assurer que le système fonctionne correctement et possède une sensibilité convenable. La seconde correspond à des méthodes d'essai plus élaborées, utilisées moins souvent, par exemple lorsqu'on se doute que le système ne fonctionne pas correctement. La troisième couvre des essais qui seraient du ressort du fabricant sur des systèmes complets, par exemple, les conditions de spécification de type pour le fonctionnement.

INTRODUCTION

Continuous-wave ultrasonic Doppler flowmeters, velocimeters, or foetal heart detectors are widely used in clinical practice. This type of medical ultrasonic equipment measures the Doppler-shift frequency which is the change in frequency of an ultrasound scattered wave caused by relative motion between a scatterer and the ultrasonic transducer. This frequency is proportional to the observed velocity, which is the component of the velocity of a scatterer that is directed towards or away from the transducer.

This technical report describes a range of test methods that may be applied to determine various performance parameters for continuous-wave Doppler ultrasound systems. They may also be applied to pulsed Doppler systems although additional tests would also be required. The test methods are based on the use of a number of specialised devices such as string, band, disk, piston and flow Doppler test objects. These test methods may be considered as falling into one of the following three categories. The first is routine quality control tests that can be carried out by a clinician or a technologist to ensure that the system is working adequately or has adequate sensitivity. The second is more elaborate test methods, conducted less frequently, such as when the system is suspected of not working properly. The third represents tests that would be done by a manufacturer on complete systems, as the basis of type specification of performance.

ULTRASONS – ENSEMBLES À EFFET DOPPLER À ONDES ENTRETENUES – MÉTHODES D'ESSAI

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

Le présent rapport technique décrit:

– des méthodes d'essai pour mesurer les performances d'ensembles ultrasonores à effet Doppler à ondes entretenues pour la mesure des écoulements, des vitesses d'écoulement ou pour la détection des battements du coeur foetal;

– des montages spéciaux pour effet Doppler pour déterminer des propriétés diverses de fonctionnement d'ensembles ultrasonores à effet Doppler.

Ce rapport technique s'applique à des essais faits:

– sur un ensemble ultrasonore complet à effet Doppler, ensemble qui n'est pas démonté ou débranché;

– sur des ensembles ultrasonores à effet Doppler à ondes entretenues. Les mêmes essais peuvent s'appliquer à des ensembles ultrasonores à effet Doppler qui mesurent la position ainsi que la vitesse d'écoulement, tels que les ensembles à effet Doppler pulsés et modulés en fréquence, bien que des essais complémentaires puissent être alors nécessaires.

La sécurité électrique et la sortie acoustique ne relèvent pas de ce rapport technique.

1.2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la manière d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 1102: 1991, *Mesurage et caractérisation des champs ultrasonores à l'aide d'hydrophones dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz*

ULTRASONICS – CONTINUOUS-WAVE DOPPLER SYSTEMS – TEST PROCEDURES

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope

This technical report describes:

– test methods for measuring the performance of continuous-wave ultrasonic Doppler flowmeters, velocimeters, or foetal heart detectors;

– special Doppler test objects for determining various performance properties of Doppler ultrasound systems.

This technical report applies to:

– tests made on an overall Doppler ultrasound system; a system which is not disassembled or disconnected;

– tests made on continuous-wave Doppler ultrasound systems. The same tests can be applied to Doppler ultrasound systems which measure position as well as velocity, such as pulsed and frequency-modulated Doppler systems, although additional tests may then be required.

Electrical safety and acoustic output are not covered in this technical report

1.2 Normative reference

The following standard contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the edition indicated was valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report 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 1102: 1991, *Measurement and characterisation of ultrasonic fields using hydrophones in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*