

**Superconductivity - Part 1: Critical current
measurement - Section 2: DC critical current of
Nb₃Sn composite superconductors**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 61788-2:2007 sisaldab Euroopa standardi EN 61788-2:2007 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 20.02.2007 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Euroopa standardimisorganisatsioonide poolt rahvuslikele liikmetele Euroopa standardi teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 05.01.2007.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 61788-2:2007 consists of the English text of the European standard EN 61788-2:2007.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 20.02.2007 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

Date of Availability of the European standard text 05.01.2007.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 17.220, 29.050

Võtmesõnad: copper, criticality data, current measurement, electrical engineering, energy conservations, measurement, niobium, superconductivity, superconductors, titanium

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

English version

Superconductivity
Part 2: Critical current measurement -
DC critical current of Nb₃Sn composite superconductors
(IEC 61788-2:2006)

Supraconductivité
Partie 2: Mesure du courant critique -
Courant critique continu des
supraconducteurs composites Nb₃Sn
(CEI 61788-2:2006)

Supraleitfähigkeit
Teil 2: Messen des kritischen Stromes -
Kritischer Strom (Gleichstrom)
von Nb₃Sn-Verbundsupraleitern
(IEC 61788-2:2006)

This European Standard was approved by CENELEC on 2006-12-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of document 90/195/FDIS, future edition 2 of IEC 61788-2, prepared by IEC TC 90, Superconductivity, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 61788-2 on 2006-12-01.

This European Standard supersedes EN 61788-2:1999.

Modifications made to EN 61788-2:1999 are mostly wording that essentially includes no technical changes and an addition of a new annex (normative Annex D) in which the specifications in the one-mandrel method are described.

The following dates were fixed:

- | | | |
|--|-------|------------|
| – latest date by which the EN has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement | (dop) | 2007-09-01 |
| – latest date by which the national standards conflicting with the EN have to be withdrawn | (dow) | 2009-12-01 |

Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61788-2:2006 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for Bibliography, the following note has to be added for the standard indicated:

IEC 61788-1	NOTE	Harmonized as EN 61788-1:2007 (not modified).
-------------	------	---

Annex ZA
(normative)

**Normative references to international publications
with their corresponding European publications**

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.

NOTE When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60050-815	2000	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Part 815: Superconductivity	-	-

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61788-2

Deuxième édition
Second edition
2006-11

Supraconductivité –

Partie 2:

**Mesure du courant critique –
Courant critique continu des
supraconducteurs composites Nb₃Sn**

Superconductivity –

Part 2:

**Critical current measurement –
DC critical current of Nb₃Sn
composite superconductors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61788-2:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61788-2

Deuxième édition
Second edition
2006-11

Supraconductivité –

Partie 2:

**Mesure du courant critique –
Courant critique continu des
supraconducteurs composites Nb₃Sn**

Superconductivity –

Part 2:

**Critical current measurement –
DC critical current of Nb₃Sn
composite superconductors**

© IEC 2006 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Principe	16
5 Exigences	16
6 Appareillage	18
6.1 Matériau du mandrin de réaction	18
6.2 Construction du mandrin de réaction	18
6.3 Matériaux du mandrin de mesurage	20
6.4 Construction du mandrin de mesurage	20
6.5 Réalisation des mesures	20
7 Préparation du spécimen	20
7.1 Montage du spécimen pour le traitement thermique de réaction	20
7.2 Traitement thermique de réaction	22
7.3 Montage du spécimen pour la mesure	22
7.4 Fixation du spécimen	22
8 Procédure de mesure	24
9 Justesse et précision de la méthode d'essai	26
9.1 Courant critique	26
9.2 Température	26
9.3 Champ magnétique	26
9.4 Structure de support du spécimen	26
9.5 Protection du spécimen	26
10 Calcul des résultats	28
10.1 Critères de courant critique	28
10.2 Valeur n (calcul facultatif, se reporter à A.7.2)	30
11 Rapport d'essai	30
11.1 Identification du spécimen d'essai	30
11.2 Compte rendu des valeurs I_C	30
11.3 Compte rendu des conditions d'essai	32
Annexe A (informative) Informations supplémentaires relatives aux Articles 1 à 10	34
Annexe B (informative) Effet de déformation des conducteurs Nb ₃ Sn	58
Annexe C (informative) Effet du champ induit	62
Annexe D (normative) Méthode à un mandrin	66
Bibliographie	72

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Principle	17
5 Requirements.....	17
6 Apparatus.....	19
6.1 Reaction mandrel material.....	19
6.2 Reaction mandrel construction	19
6.3 Measurement mandrel material	21
6.4 Measurement mandrel construction.....	21
6.5 Measurement set up.....	21
7 Specimen preparation.....	21
7.1 Specimen mounting for reaction heat treatment.....	21
7.2 Reaction heat treatment.....	23
7.3 Specimen mounting for measurement.....	23
7.4 Specimen bonding.....	23
8 Measurement procedure.....	25
9 Precision and accuracy of the test method.....	27
9.1 Critical current.....	27
9.2 Temperature.....	27
9.3 Magnetic field.....	27
9.4 Specimen support structure.....	27
9.5 Specimen protection.....	27
10 Calculation of results	29
10.1 Critical current criteria	29
10.2 n -value (optional calculation, refer to A.7.2)	31
11 Test report.....	31
11.1 Identification of test specimen	31
11.2 Report of I_C values	31
11.3 Report of test conditions.....	33
Annex A (informative) Additional information relating to Clauses 1 to 10.....	35
Annex B (informative) Strain effect of Nb ₃ Sn conductors	59
Annex C (informative) Self-field effect.....	63
Annex D (normative) One-mandrel method	67
Bibliography.....	73

Figure 1 – Caractéristique $U-I$ intrinsèque.....	28
Figure 2 – Caractéristique $U-I$ avec une composante de transfert de courant	28
Figure A.1 – Instrumentation du spécimen avec une paire de prises de tension nulle	44
Figure B.1 – Variabilité du courant critique avec la déformation uniaxiale (traction) pour un fil composite Nb ₃ Sn typique représentée avec différents champs magnétiques	60
Tableau A.1 – Données concernant la contraction thermique des supraconducteurs Nb ₃ Sn et matériaux choisis	56

This document is a preview generated by EVS

Figure 1 – Intrinsic U - I characteristic	29
Figure 2 – U - I characteristic with a current transfer component.....	29
Figure A.1 – Instrumentation of specimen with a null voltage tap pair	45
Figure B.1 – Uniaxial (tensile) strain dependence of critical current for a typical Nb ₃ Sn composite wire shown with various magnetic fields [7]	61
Table A.1 – Thermal contraction data of Nb ₃ Sn superconductor and selected materials	57

This document is a preview generated by EVS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SUPRACONDUCTIVITÉ –

Partie 2: Mesure du courant critique – Courant critique continu des supraconducteurs composites Nb₃Sn

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61788-2 a été établie par le comité d'études 90 de la CEI: Supraconductivité.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1999. Les modifications apportées à cette deuxième édition portent essentiellement sur la formulation, sans inclure de modification technique, et sur l'ajout d'une nouvelle annexe (annexe normative D) dans laquelle les spécifications de la méthode à un mandrin sont décrites.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SUPERCONDUCTIVITY –

**Part 2: Critical current measurement –
DC critical current of Nb₃Sn composite superconductors**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61788-2 has been prepared by IEC technical committee 90: Superconductivity.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1999. Modifications made to the second edition are mostly wording that essentially includes no technical changes and an addition of a new annex (normative Annex D) in which the specifications in the one-mandrel method are described.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
90/195/FDIS	90/199/FDIS

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 61788, sous le titre général: *Supraconductivité*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

This document is a preview generated by EVS

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
90/195/FDIS	90/199/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61788 series, under the general title: *Superconductivity*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

This document is a preview generated by EVS

INTRODUCTION

Les courants critiques des supraconducteurs composites sont utilisés pour établir les limites de conception des applications des fils supraconducteurs. Les conditions de fonctionnement des supraconducteurs dans ces applications déterminent en grande partie leur comportement et il est permis d'utiliser les essais effectués selon la méthode donnée dans la présente norme afin d'obtenir une partie des informations nécessaires pour déterminer si un supraconducteur spécifique est adapté ou non.

Il est également permis d'utiliser les résultats obtenus grâce à la présente méthode pour détecter, dans les propriétés supraconductrices d'un supraconducteur composite, des modifications résultant de variables de traitement, de la manipulation, du vieillissement, d'autres applications ou de conditions ambiantes. La présente méthode est utile dans le contrôle de la qualité, les essais de réception ou de recherche si les précautions données dans la présente norme sont observées.

Les courants critiques des supraconducteurs composites dépendent d'un grand nombre de variables. Il est nécessaire de considérer ces variables aussi bien lors des essais que lors de l'application de ces matériaux. Les conditions d'essai telles que le champ magnétique, la température et l'orientation relative du spécimen, le courant et le champ magnétique sont déterminés en fonction de l'application considérée. Il est permis de déterminer la configuration d'essai en fonction du conducteur considéré avec certaines tolérances. Il est permis de déterminer le critère spécifique de courant critique en fonction de l'application considérée. En cas d'irrégularités lors des essais, il peut être approprié de mesurer un certain nombre de spécimens d'essai.

La méthode d'essai couverte par la présente norme est basée sur celle concernant la détermination du courant critique des supraconducteurs composites Cu/Nb-Ti (CEI 61788-1[2] ¹⁾ et sur les travaux prénormatifs VAMAS (Projet Versailles sur les matériaux et normes avancés) concernant le courant critique des supraconducteurs composites Nb₃Sn. On sait que le courant critique des supraconducteurs Nb₃Sn est très sensible aux déformations mécaniques si on compare avec le cas des supraconducteurs Cu/Nb-Ti. C'est pourquoi certaines modifications sont effectuées dans les procédures d'essai qui peuvent affecter l'état de déformation du spécimen d'essai. Voir l'Annexe B pour l'historique de ces modifications.

¹⁾ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

INTRODUCTION

The critical currents of composite superconductors are used to establish design limits for applications of superconducting wires. The operating conditions of superconductors in these applications determine much of their behaviour and tests made with the method given in the present standard may be used to provide part of the information needed to determine the suitability of a specific superconductor.

Results obtained from this method may also be used for detecting changes in the superconducting properties of a composite superconductor due to processing variables, handling, ageing or other applications or environmental conditions. This method is useful for quality control, acceptance or research testing if the precautions given in this standard are observed.

The critical current of composite superconductors depends on many variables. These variables need to be considered in both the testing and the application of these materials. Test conditions such as magnetic field, temperature and relative orientation of the specimen, current and magnetic field are determined by the particular application. The test configuration may be determined by the particular conductor through certain tolerances. The specific critical current criterion may be determined by the particular application. It may be appropriate to measure a number of test specimens if there are irregularities in testing.

The test method covered in this standard is based on that for the determination of the critical current of Cu/Nb-Ti composite superconductors (IEC 61788-1[2] ¹⁾ and the VAMAS (Versailles project on advanced materials and standards) prestandardization work on the critical current of Nb₃Sn composite superconductors. The critical current of Nb₃Sn superconductors is known to be highly sensitive to mechanical strain compared to Cu/Nb-Ti superconductors. Hence, some modifications are made on the test procedures which may affect the strain state of a test specimen. See Annex B for the background to these modifications.

1) Figures in square brackets refer to the Bibliography.

SUPRACONDUCTIVITÉ –

Partie 2: Mesure du courant critique – Courant critique continu des supraconducteurs composites Nb₃Sn

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61788 traite d'une méthode d'essai pour la détermination du courant critique continu des supraconducteurs composites Nb₃Sn qui sont fabriqués soit par le procédé du bronze, soit par le procédé de diffusion interne de l'étain, et dont le rapport cuivre/non-cuivre est supérieur à 0,2.

La présente méthode est destinée à être utilisée avec des supraconducteurs caractérisés par des courants critiques inférieurs à 1 000 A et des valeurs n supérieures à 12 dans des conditions d'essai normalisées et avec des champs magnétiques inférieurs ou égaux à 0,7 fois la valeur du champ magnétique critique le plus élevé. Le spécimen d'essai est immergé dans un bain d'hélium liquide à une température mesurée pendant l'essai. Le conducteur d'essai composite Nb₃Sn a une structure monolithique avec une surface de section ronde totale inférieure à 2 mm². Le spécimen utilisé dans la présente méthode d'essai a la forme d'une bobine inductive. La présente norme indique les écarts par rapport à la méthode d'essai permis dans des essais individuels de série et d'autres restrictions spécifiques.

Les conducteurs Nb₃Sn ayant des courants critiques supérieurs à 1 000 A ou des surfaces de section supérieure à 2 mm² peuvent être mesurés avec la présente méthode avec une réduction anticipée de précision et un effet de champ induit plus significatif (voir Annexe C). D'autres formes d'essai, plus spécialisées, peuvent être mieux appropriées pour des essais de conducteurs de plus grande taille qui ont été omis dans la présente norme dans un souci de simplicité et de précision.

En principe, il convient que la méthode d'essai indiquée dans la présente norme s'applique aux fils composites Nb₃Sn fabriqués selon un autre procédé. Cette méthode est également supposée adaptable à d'autres fils supraconducteurs composites après des modifications appropriées.

2 Références normatives

Le document référencé ci-après est indispensable pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

CEI 60050-815:2000, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 815: Supra-conductivité*

SUPERCONDUCTIVITY –

Part 2: Critical current measurement – DC critical current of Nb₃Sn composite superconductors

1 Scope

This part of IEC 61788 covers a test method for the determination of the d.c. critical current of Nb₃Sn composite superconductors which are fabricated by either the bronze process or the internal tin diffusion process and have a copper/non-copper ratio larger than 0,2.

This method is intended for use with superconductors which have critical currents of less than 1 000 A and n -values larger than 12 under standard test conditions and at magnetic fields of less than or equal to 0,7 times the upper critical magnetic field. The test specimen is immersed in a liquid helium bath at a known temperature during testing. The Nb₃Sn composite test conductor has a monolithic structure with a total round-cross-sectional area that is less than 2 mm². The specimen geometry used in this test method is an inductively coiled specimen. Deviations from this test method which are allowed for routine tests and other specific restrictions are given in this standard.

Nb₃Sn conductors with critical currents above 1 000 A or total cross-sectional areas greater than 2 mm² can be measured with the present method with an anticipated reduction in precision and a more significant self-field effect (see Annex C). Other, more specialized, specimen test geometries may be more appropriate for larger conductor testing which have been omitted from this present standard for simplicity and to retain precision.

The test method given in this standard should in principle apply to Nb₃Sn composite wires fabricated by any other process. This method is also expected to apply to other superconducting composite wires after some appropriate modifications.

2 Normative references

The following referenced document is 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 60050-815:2000, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 815: Superconductivity*