

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60092-351

Deuxième édition
Second edition
2000-12

Installations électriques à bord des navires –

Partie 351:

**Matériaux isolants pour câbles de transport
d'énergie, de télécommunication et de commande,
installés à bord des navires et des unités mobiles
et fixes en mer**

Electrical installations in ships –

Part 351:

**Insulating materials for shipboard and mobile and
fixed offshore units, power, telecommunication,
and control data cables**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60092-351:2000

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/catlg-f.htm) 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/JP.htm) 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/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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**

60092-351

Deuxième édition
Second edition
2000-12

Installations électriques à bord des navires –

Partie 351:

**Matériaux isolants pour câbles de transport
d'énergie, de télécommunication et de commande,
installés à bord des navires et des unités mobiles
et fixes en mer**

Electrical installations in ships –

Part 351:

**Insulating materials for shipboard and mobile and
fixed offshore units, power, telecommunication,
and control data cables**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Matériaux isolants	12
3.1 Généralités	12
3.2 Caractéristiques électriques	14
3.3 Caractéristiques mécaniques	16
3.4 Caractéristiques particulières	18
Annexe A (normative) Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR et HF HEPR	22
Annexe B (normative) Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR et HF HEPR	28
Annexe C (informative) Essai de résistance à l'ozone – Méthode alternative	30
Figure A.1 – Essai applicable aux surfaces de grand rayon de courbure	24
Figure A.2 – Essai applicable aux surfaces de petit rayon de courbure	26
Tableau 1 – Types de mélanges isolants, désignations abrégées et température assignée maximale de l'âme en service normal et en court-circuit	12
Tableau 2 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques électriques des mélanges isolants	14
Tableau 3 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges isolants	16
Tableau 4 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges isolants	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
Clause	
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Insulating materials	13
3.1 General.....	13
3.2 Electrical characteristics.....	15
3.3 Mechanical characteristics	17
3.4 Particular characteristics	19
Annex A (normative) Determination of hardness of HEPR and HF HEPR insulation	23
Annex B (normative) Determination of the elastic modulus of HEPR and HF HEPR insulation	29
Annex C (informative) Ozone resistance test – Alternative test method.....	31
Figure A.1 – Testing surfaces of large radius of curvature.....	25
Figure A.2 – Testing surfaces of small radius of curvature.....	27
Table 1 – Type of insulating compounds, abbreviated designation and maximum rated conductor temperature during normal operation and short circuit	13
Table 2 – Test requirements for electrical characteristics of insulating compounds	15
Table 3 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compound	17
Table 4 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds.....	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 351: Matériaux isolants pour câbles de transport d'énergie, de télécommunication et de commande, installés à bord des navires et des unités mobiles et fixes en mer

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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides, et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60092-351 a été établie par le sous-comité 18A: Câbles et installations de câbles, du comité d'études 18 de la CEI: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1983, l'amendement 1 (1992) et l'amendement 2 (1997) et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18A/201/FDIS	18A/203/RVD

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 3.

Elle constitue une des parties de la CEI 60092 de la CEI, qui traite des installations électriques à bord des navires et unités mobiles et fixes en mer.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 351: Insulating materials for shipboard and mobile and fixed offshore units, power, telecommunication, and control data cables

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organisation for standardisation comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardisation 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 organisations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organisation for Standardisation (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organisations.
- 2) The formal decisions or agreements of the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60092-351 has been prepared by subcommittee 18A: Cables and cable installations, of IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1983, Amendment 1 (1992) and Amendment 2 (1997), and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
18A/201/FDIS	18A/203/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 3.

This standard forms a part of IEC 60092 which deals with electrical installations in ships and mobile and fixed offshore units.

Les annexes A et B font partie intégrante de cette norme.

L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003-06.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-351:2000

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annex C is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003-06. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Withdrawn
IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-351:2000

INTRODUCTION

La CEI 60092 comprend une série de Normes internationales pour les installations électriques à bord des navires et des unités mobiles et fixes en mer, incorporant les règles de bonnes pratiques et coordonnant entre elles, dans la mesure du possible, les prescriptions existantes.

Ces normes constituent un code pour l'interprétation pratique et l'amplification des dispositions de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, un guide pour l'établissement des futures réglementations susceptibles d'être rédigées et un exposé de la pratique en vigueur destiné aux propriétaires de navires, aux constructeurs de navires et d'unités mobiles et fixes en mer, et aux organismes compétents.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-351:2000

INTRODUCTION

IEC 60092 forms a series of International Standards for electrical installations in sea-going ships and fixed and mobile offshore units, incorporating good practice and co-ordinating as far as possible existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention on Safety of Life at Sea, a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for use by shipowners, shipbuilders, mobile and fixed offshore units builders and owners and appropriate organisations.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-351:2000

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 351: Matériaux isolants pour câbles de transport d'énergie, de télécommunication, et de commande, installés à bord des navires et des unités mobiles et fixes en mer

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60092 spécifie les prescriptions d'essai pour les caractéristiques électriques, mécaniques et particulières des matériaux isolants prévus pour être utilisés dans les câbles de transport d'énergie, de télécommunication et de commande, installés à bord des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60092. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60092 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60502-1, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Partie 1: Câbles de tension assignée de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) et 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

CEI 60754-2, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 2: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesurage du pH et de la conductivité*

CEI 60811-1-1, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60811-1-2, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section deux: Méthodes de vieillissement thermique*

CEI 60811-1-4, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section quatre: Essais à basse température*

CEI 60811-2-1, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Méthodes d'essais communes – Partie 2-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères – Essais relatifs à la résistance à l'ozone, à l'allongement à chaud, et à la résistance à l'huile*

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 351: Insulating materials for shipboard and mobile and fixed offshore units, power, telecommunication, and control data cables

1 Scope

This part of IEC 60092 specifies the requirements for electrical, mechanical and particular characteristics of insulating materials intended to be used in shipboard and fixed and mobile offshore units, power, telecommunication, and control data cables.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60092. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60092 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60502-1, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity*

IEC 60811-1-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-2, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*

IEC 60811-1-4, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four: Test at low temperature*

IEC 60811-2-1, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests*

CEI 60811-3-1, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Section un: Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*

CEI 60811-3-2, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 3: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Section deux: Essai de perte de masse – Essai de stabilité thermique*

ISO 48, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*

3 Matériaux isolants

3.1 Généralités

Les types de mélanges isolants concernés par la présente norme sont énumérés dans le tableau 1, ainsi que leur désignation abrégée et la température assignée maximale de l'âme en service normal et en court circuit.

Tableau 1 – Types de mélanges isolants, désignations abrégées et température assignée maximale de l'âme en service normal et en court-circuit

Type de mélange isolant	Désignation abrégée	Température assignée maximale de l'âme °C	
		Service normal	Court-circuit
a) Mélanges thermoplastiques: – à base de polychlorure de vinyle ou de copolymère de chlorure de vinyle et d'acétate de vinyle	PVC/A	60	150
b) Mélanges élastomères ou réticulés: – à base de caoutchouc d'éthylène-propylène ou produit similaire (EPM ou EPDM) – à base de caoutchouc d'éthylène-propylène à haut module ou de grade élevé – à base de polyéthylène réticulé – à base de caoutchouc silicone – à base de caoutchouc d'éthylène-propylène ou produit similaire (EPM ou EPDM) sans halogène – à base de caoutchouc d'éthylène-propylène à haut module ou de grade élevé sans halogène – à base de polyéthylène réticulé sans halogène – à base de caoutchouc silicone sans halogène – à base de matériaux polyoléfiniques réticulés pour des câbles sans halogène **	EPR HEPR XLPE S 95 HF EPR HF HEPR HF XLPE HF S 95 HF 85	85 85 85 95 85 85 85 95 85	250 250 250 350* 250 250 250 350* 250
* Cette température n'est pas appropriée pour les conducteurs en cuivre étamé mais pour les câbles de puissance seulement.			
** Utilisés uniquement dans les câbles comportant une gaine.			

IEC 60811-3-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Section One: Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*

IEC 60811-3-2, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Section Two: Loss of mass test – Thermal stability test*

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

3 Insulating materials

3.1 General

The types of insulating compound covered by this standard are listed in the following table 1 together with their abbreviated designations and their operating and short-circuit maximum rated conductor temperatures.

Table 1 – Type of insulating compounds, abbreviated designation and maximum rated conductor temperature during normal operation and short circuit

Type of insulating compound	Abbreviated designation	Maximum rated conductor temperature °C	
		Normal operation	Short-circuit
a) Thermoplastic: – based upon polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate	PVC/A	60	150
b) Elastomeric or thermoset: – based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM)	EPR	85	250
– based upon high modulus or hard grade ethylene propylene rubber	HEPR	85	250
– based upon cross-linked polyethylene	XLPE	85	250
– based upon silicone rubber	S 95	95	350*
– based upon ethylene-propylene rubber or similar (EPM or EPDM) halogen-free	HF EPR	85	250
– based upon high modulus or hard grade halogen free ethylene propylene rubber	HF HEPR	85	250
– based upon halogen-free cross-linked polyethylene	HF XLPE	85	250
– based upon halogen-free silicone rubber	HF S 95	95	350*
– based upon cross-linked polyolefin material for halogen-free cables **	HF 85	85	250
* This temperature is not appropriate for tinned copper conductor, and is applicable only to power cables.			
** Used on sheathed cables only.			

3.2 Caractéristiques électriques

Les prescriptions d'essai pour les caractéristiques électriques des mélanges isolants sont énumérées dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques électriques des mélanges isolants

Désignation du mélange isolant	EPR et HF EPR	HEPR et HF HEPR	XLPE et HF XLPE	S 95 et HF S 95	HF 85	PVC/A
1 Constantes d'isolement K_i (M Ω .km) (voir article 17 de la CEI 60502-1)						
1a – à 20 °C, minimum	3 670	3 670	3 670	1 500	500	36,7
1b – à la température maximale de service, minimum	3,67	3,67	3,67	2	0,5	0,037
2 Augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau à 50 °C						
2a – entre la fin du 1 ^{er} et celle du 14 ^e jour, maximum (%)	15	15	–	15	15	15
2b – entre la fin du 7 ^e et celle du 14 ^e jour, maximum (%)	5	5	–	5	5	5

3.2 Electrical characteristics

The test requirements for electrical characteristics of insulating compounds are listed in the following table 2.

Table 2 – Test requirements for electrical characteristics of insulating compounds

Designation of the insulating compound	EPR and HF EPR	HEPR and HF HEPR	XLPE and HF XLPE	S 95 and HF S 95	HF 85	PVC/A
1 Insulation resistance constant K_i (M Ω .km) (see clause 17 of IEC 60502-1)						
1a – at 20 °C, minimum;	3 670	3 670	3 670	1 500	500	36,7
1b – at maximum operating temperature, minimum	3,67	3,67	3,67	2	0,5	0,037
2 Increase in a.c. capacity after immersion in water at 50 °C						
2a – between the end of the 1st and the end of the 14th day, maximum (%)	15	15	–	15	15	15
2b – between the end of the 7th and the end of the 14th day, maximum (%)	5	5	–	5	5	5

3.3 Caractéristiques mécaniques

Les prescriptions d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges isolants sont énumérées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges isolants

1	2	3	4	5	6	7	8
	Désignation des mélanges isolants	EPR et HF EPR	HEPR et HF HEPR	XLPE et HF XLPE	S 95 et HF S 95	HF 85	PVC/A
1	Caractéristiques mécaniques sans vieillissement (voir 9.1 de la CEI 60811-1-1)						
1.1	Résistance à la traction, minimum (N/mm ²)	4,2	8,5	12,5	5,0	9,0	12,5
1.2	Allongement à la rupture, minimum (%)	200	200	200	150	120	150
2	Caractéristiques mécaniques après vieillissement en étuve à air (voir 8.1. de la CEI 60811-1-2)						
2.1	Après vieillissement sans âme						
	Traitement – température (°C)	135	135	135	200	135	100
	– tolérance (°C)	±3	±3	±3	±3	±3	±2
	– durée (h)	168	168	168	240	168	168
2.1.1	Résistance à la traction:						
	a) valeur minimale (N/mm ²)	–	–	–	4,0	–	12,5
	b) variation, maximum (%)	±30	±30	±25	–	±30	±25
2.1.2	Allongement à la rupture:						
	a) valeur minimale (%)	–	–	–	120	100	150
	b) variation, maximum (%)	±30	±30	±25	–	±30	±25
2.2 *	Après vieillissement avec âme en cuivre						
	Traitement – température (°C)	–	150	–	–	–	–
	– tolérance (°C)		±3				
	– durée (h)	–	168	–	–	–	–
2.2.1	Résistance à la traction:						
	variation, maximum (%)	–	±30	–	–	–	–
2.2.2	Allongement à la rupture:						
	variation, maximum (%)	–	±30	–	–	–	–
3	Caractéristiques mécaniques après vieillissement dans la bombe à air à (0,55 ± 0,02) MPa (voir 8.2 de la CEI 60811-1-2)						
	Traitement – température (°C)	127	127	–	–	–	–
	– tolérance (°C)	±1	±1				
	– durée (h)	40	40	–	–	–	–
3.1	Résistance à la traction:						
	variation, maximum (%)	±30	±30	–	–	–	–
3.2	Allongement à la rupture:						
	variation, maximum (%)	±30	±30	–	–	–	–

* L'essai 2.2 est uniquement applicable aux câbles ayant une âme en cuivre nu sans séparateur sur l'âme.

3.3 Mechanical characteristics

The test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds are listed in the following table 3.

Table 3 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compound

1	2	3	4	5	6	7	8
	Designation of the insulating compound	EPR and HF EPR	HEPR and HF HEPR	XLPE and HF XLPE	S 95 and HF S 95	HF 85	PVC/A
1.	Mechanical characteristics without ageing (see 9.1 of IEC 60811-1-1)						
1.1	Tensile strength, minimum (N/mm ²)	4,2	8,5	12,5	5,0	9,0	12,5
1.2	Elongation at break, minimum (%)	200	200	200	150	120	150
2	Mechanical characteristics after ageing in air oven (see 8.1 of IEC 60811-1-2)						
2.1	After ageing without conductor						
	Treatment – temperature (°C)	135	135	135	200	135	100
	– tolerance (°C)	±3	±3	±3	±3	±3	±2
	– duration (h)	168	168	168	240	168	168
2.1.1	Tensile strength:						
	a) minimum value (N/mm ²)	–	–	–	4,0	–	12,5
	b) variation, maximum (%)	±30	±30	±25	–	±30	±25
2.1.2	Elongation at break:						
	a) minimum value (%)	–	–	–	120	100	150
	b) variation, maximum (%)	±30	±30	±25	–	±30	±25
2.2 *	After ageing with copper conductor						
	Treatment – temperature (°C)	–	150	–	–	–	–
	– tolerance (°C)	–	±3	–	–	–	–
	– duration (h)	–	168	–	–	–	–
2.2.1	Tensile strength:						
	variation, maximum (%)	–	±30	–	–	–	–
2.2.2	Elongation at break:						
	variation, maximum (%)	–	±30	–	–	–	–
3.	Mechanical characteristics after ageing in air bomb at (0,55 ± 0,02) MPa (see 8.2 of IEC 60811-1-2)						
	Treatment – temperature (°C)	127	127	–	–	–	–
	– tolerance (°C)	±1	±1	–	–	–	–
	– duration (h)	40	40	–	–	–	–
3.1	Tensile strength:						
	variation, maximum (%)	±30	±30	–	–	–	–
3.2	Elongation at break:						
	variation, maximum (%)	±30	±30	–	–	–	–

* Test 2.2 is only applicable to cables having bare copper conductors without any wrappings on the conductor.

Les prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges isolants sont énumérées dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges isolants

[illegible]

3.4 Particular characteristics

The test requirements for particular characteristics of insulating compounds are listed in the following table 4.

Table 4 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds

[illegible]

**Tableau 4 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières
des mélanges isolants (suite)**

	Désignation du mélange isolant	EPR	HEPR	XLPE	S 95	HF EPR	HF HEPR	HF XLPE	HF S 95	HF 85	PVC/A
6	Essai de résistance à l'ozone (voir l'article 8 de la CEI 60811-2-1)										
6.1	Concentration en ozone en volume (%)	0,025 à 0,030	0,025 à 0,030	—	—	0,025 à 0,030	0,025 à 0,030	—	—	0,025 à 0,030	—
	Durée d'essai sans craquelures ^a (h)	30	30	—	—	30	30	—	—	30	—
7	Détermination de la teneur en acide des gaz lors de la combustion du matériau prélevé sur un câble électrique en mesurant le pH et la conductivité (voir CEI 60754-2)										
7.1	pH	—	—	—	—	≥4,3	≥4,3	≥4,3	≥4,3	≥4,3	—
7.2	conductivité (μS.mm ⁻¹)	—	—	—	—	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	—
8	Détermination de la dureté (Voir annexe A) DIDC ^b minimal	—	80	—	—	—	80	—	—	—	—
9	Détermination du module d'élasticité (voir annexe B)										
9.1	Module à 150 % d'allongement minimal (N/mm ²)	—	4,5	—	—	—	4,5	—	—	—	—

^a Une méthode alternative peut être utilisée dans certains pays pour des raisons légales. Les conditions 6.1 du tableau 4 sont, dans ce cas, remplacées par les conditions 6.2 de l'annexe C.

^b DIDC = degrés internationaux de dureté du caoutchouc

Table 4 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds
(continued)

	Designation of the insulating compound	EPR	HEPR	XLPE	S 95	HF EPR	HF HEPR	HF XLPE	HF S 95	HF 85	PVC/A
6	Ozone resistance test (see clause 8 of IEC 60811-2-1)										
6.1	Ozone concentration by volume (%)	0,025 to 0,030	0,025 to 0,030	—	—	0,025 to 0,030	0,025 to 0,030	—	—	0,025 to 0,030	—
	Test duration without cracks ^a (h)	30	30	—	—	30	30	—	—	30	—
7	Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity (see IEC 60754-2)										
7.1	pH	—	—	—	—	≥4,3	≥4,3	≥4,3	≥4,3	≥4,3	—
7.2	conductivity (μS.mm ⁻¹)	—	—	—	—	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	—
8.	Determination of hardness (see Annex A) IRHD ^b minimum	—	80	—	—	—	80	—	—	—	—
9.	Determination of elastic modulus (see Annex B)										
9.1	Modulus at 150 % elongation minimum (N/mm ²)	—	4,5	—	—	—	4,5	—	—	—	—

^a An alternative test method may be used in some countries for legal reasons. In this case, the conditions 6.1 of table 4 are replaced by the conditions 6.2 in annex C.

^b IRHD = International Rubber Hardness Degree

Annexe A (normative)

Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR et HF HEPR

A.1 Epreuve

L'éprouvette doit être constituée d'un échantillon de câble complet, dont on a soigneusement ôté tous les revêtements extérieurs à la surface de l'enveloppe isolante en HEPR à mesurer. En variante, on peut utiliser un échantillon de conducteur isolé.

A.2 Procédure d'essai

Les essais doivent être réalisés conformément à l'ISO 48, en tenant compte des exceptions indiquées ci-dessous.

A.2.1 Surfaces de grand rayon de courbure

Conformément à l'ISO 48, l'appareillage d'essai doit être construit de façon à reposer fermement sur la surface de l'enveloppe isolante en HEPR, et permettre au pied presseur et au pénétrateur de réaliser un contact vertical avec cette surface. Cela est réalisé de l'une des façons suivantes:

- a) l'appareillage est muni d'un pied mobile comportant des appuis articulés s'ajustant d'eux-mêmes à la courbure de la surface;
- b) la base de l'instrument est munie de deux tiges parallèles A et A' dont l'écartement dépend de la courbure de la surface (voir figure A.1).

Ces méthodes peuvent être utilisées sur des surfaces dont le rayon de courbure descend jusqu'à 20 mm.

Lorsque l'épaisseur de l'enveloppe isolante en HEPR à essayer est inférieure à 4 mm, on doit utiliser un appareillage tel que décrit dans l'ISO 48 pour les éprouvettes minces et de petite taille.

A.2.2 Surfaces de petit rayon de courbure

Sur les surfaces dont le rayon de courbure est trop faible pour pouvoir utiliser les procédures décrites en A.2.1, l'éprouvette doit être supportée par la même base rigide que l'appareillage d'essai, de façon à limiter le dérapage de la surface de l'enveloppe isolante en HEPR lorsque la force de pénétration est appliquée au pénétrateur, et de façon que l'indenteur se trouve à la verticale de l'axe de l'éprouvette. Les procédures appropriées sont les suivantes:

- a) faire reposer l'éprouvette dans un gabarit métallique en forme de gorge ou de goulotte (voir figure A.2a);
- b) faire reposer les extrémités de l'âme de l'éprouvette dans les blocs en forme de V (voir figure A.2b).

Le plus petit rayon de courbure de la surface à mesurer par ces méthodes doit être d'au moins 4 mm.

Pour les rayons de courbure plus faibles, on doit utiliser un appareillage tel que celui décrit dans l'ISO 48 pour les éprouvettes minces et de petite taille.

Annex A (normative)

Determination of hardness of HEPR and HF HEPR insulation

A.1 Test piece

The test piece shall be a sample of completed cable with all the coverings external to the rubber surface to be measured carefully removed. Alternatively, a sample of insulated core may be used.

A.2 Test procedure

Tests shall be made in accordance with ISO 48 with exceptions as indicated below.

A.2.1 Surfaces of large radius of curvature

The test instrument, in accordance with ISO 48, shall be constructed so as to rest firmly on the rubber surface and permit the presser foot and indenter to make vertical contact with this surface. This is done in one of the following ways:

- a) the instrument is fitted with feet movable in universal joints so that they adjust themselves to the curved surface;
- b) the base of the instrument is fitted with two parallel rods A and A' at a distance apart depending on the curvature of the surface (see figure A.1).

These methods may be used on surfaces with a radius of curvature down to 20 mm.

When the thickness of rubber tested is less than 4 mm, an instrument as described in the method in ISO 48 for thin and small test pieces shall be used.

A.2.2 Surfaces of small radius of curvature

On surfaces with too small a radius of curvature for the procedures described in A.2.1, the test piece shall be supported on the same rigid base as the test instrument, in such a way as to minimise bodily movement of the rubber surface when the indenting force increment is applied to the indenter and so that the indenter is vertically above the axis of the test piece. Suitable procedures are as follows:

- a) by resting the test piece in a groove or trough in a metal jig (see Figure A.2a);
- b) by resting the ends of the conductor of the test piece in V-blocks (see Figure A.2b).

The smallest radius of curvature of the surface to be measured by these methods shall be at least 4 mm.

For smaller radii, an instrument as described in the method in ISO 48 for thin and small test pieces shall be used.

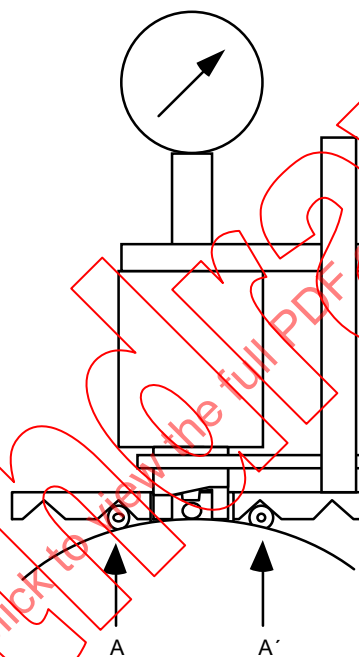
A.2.3 Conditionnement et température d'essai

L'intervalle entre la fabrication, c'est-à-dire la vulcanisation, et l'essai doit être d'au moins 16 h.

L'essai doit être effectué à une température de $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ et les éprouvettes doivent être maintenues à cette température pendant au moins 3 h immédiatement avant l'essai.

A.2.4 Nombre de mesures

On doit procéder à une mesure en trois ou cinq points différents répartis autour de l'éprouvette. La valeur médiane des résultats, arrondie au nombre entier le plus proche, doit être considérée comme étant la dureté de l'éprouvette, exprimée en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (DIDC).



IEC 2493/2000

Figure A.1 – Essai applicable aux surfaces de grand rayon de courbure

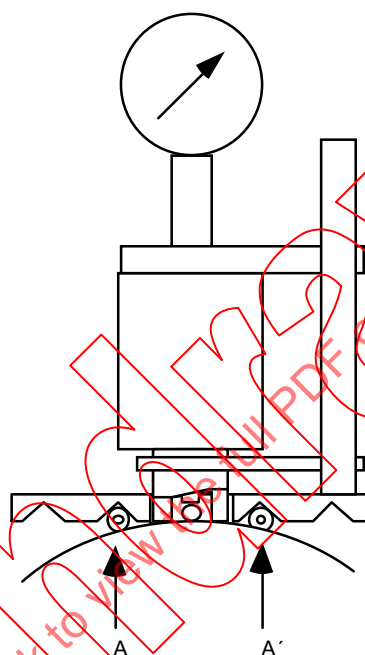
A.2.3 Conditioning and test temperature

The minimum time between manufacture, i.e. vulcanisation, and testing shall be 16 h.

The test shall be carried out at a temperature of $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ and the test pieces shall be maintained at this temperature for at least 3 h immediately before testing.

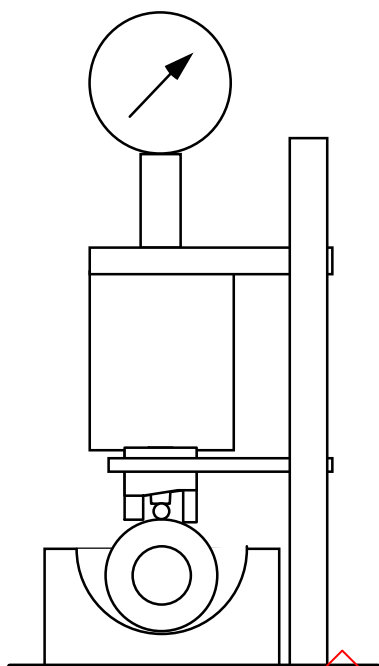
A.2.4 Number of measurements

One measurement shall be made at each of three or five different points distributed around the test piece. The median of the results shall be taken as the hardness of the test piece, reported to the nearest whole number in International Rubber Hardness Degrees (IRHD).

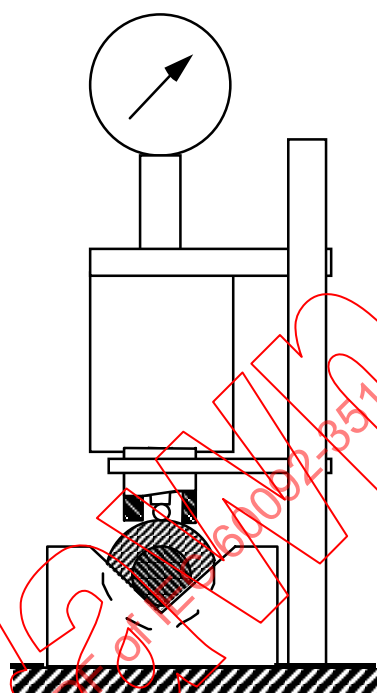


IEC 2493/2000

Figure A.1 – Testing surfaces of large radius of curvature



IEC 2494/2000

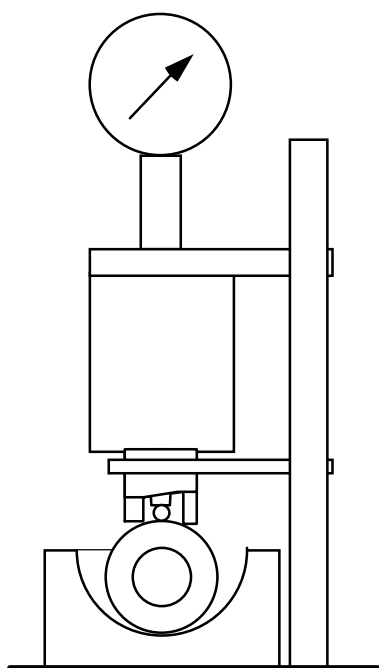


IEC 2495/2000

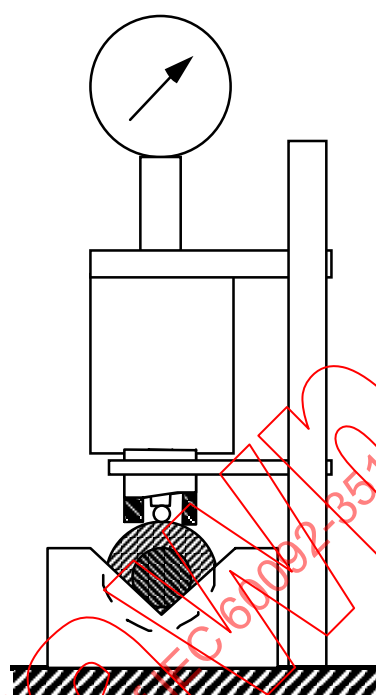
Figure A.2a – Gabarit métallique en forme de gorge

Figure A.2b – Blocs en forme de V

Figure A.2 – Essai applicable aux surfaces de petit rayon de courbure



IEC 2494/2000

Figure A.2a – Metal jig

IEC 2495/2000

Figure A.2b – V blocks**Figure A.2 – Testing surfaces of small radius of curvature**

Annexe B (normative)

Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR et HF HEPR

B.1 Mode opératoire

L'échantillonnage, la préparation des éprouvettes et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 60811-1-1.

Les charges nécessaires à un allongement de 150 % doivent être mesurées. Les contraintes correspondantes doivent être calculées en divisant les charges mesurées par la section des éprouvettes non étirées. Les rapports entre les contraintes et les déformations doivent être déterminés pour obtenir le module d'élasticité correspondant à l'allongement de 150 %.

La valeur médiane constitue le module d'élasticité correspondant.

B.2 Prescriptions

Les résultats de l'essai doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 4.

Annex B

(normative)

Determination of the elastic modulus of HEPR and HF HEPR insulation

B.1 Procedure

Sampling, preparation of the test pieces and the test procedure shall be carried out in accordance with clause 9 of IEC 60811-1-1.

The loads required for 150 % elongation shall be measured. The corresponding stresses shall be calculated by dividing the loads measured by the cross-sectional areas of the unstretched test pieces. The ratios of the stresses to strains shall be determined to obtain the elastic moduli at 150 % elongation.

The elastic modulus shall be the respective median values.

B.2 Requirements

The results of the test shall comply with the requirements of table 4.

Annexe C
(informative)

**Essai de résistance à l’ozone –
Méthode alternative**

	Désignation du mélange isolant	EPR et HF EPR	HEPR et HF HEPR	XLPE et HF XLPE	S95 et HF S95	HF 85	PVC/A
6 6.2	Essai de résistance à l’ozone Traitement						
	– température (°C)	40 ± 2	40 ± 2	–	–	40 ± 2	–
	– durée (h)	72	72	–	–	72	–
	– Concentration d’ozone (en volume) (%)	(200 ± 50) 10 ⁻⁶	(200 ± 50) 10 ⁻⁶	–	–	(200 ± 50) 10 ⁻⁶	
	– Humidité relative (%)	55 ± 10	55 ± 10	–	–	55 ± 10	
	– Vitesse minimale de l’air au niveau de l’éprouvette (mm/s)	500	500	–	–	500	–