

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 353: Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 353: Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 29.060.20; 47.020.60

ISBN 978-2-88912-639-2

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope and object.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	7
4 General requirements	8
4.1 Rated voltage	8
4.2 Markings	8
4.2.1 Indication of origin and voltage identification	8
4.2.2 Continuity	8
4.2.3 Core identification	8
5 Constructional requirements	9
5.1 General description	9
5.1.1 Overview	9
5.1.2 Unarmoured cables (excluding 1,8/3 kV)	9
5.1.3 Armoured cables.....	9
5.2 Conductors.....	10
5.3 Insulation.....	10
5.3.1 Material	10
5.3.2 Application.....	10
5.3.3 Thickness of insulation	10
5.4 Cabling (including fillers & binders).....	11
5.5 Inner covering.....	11
5.5.1 General	11
5.5.2 Thickness of inner covering	11
5.6 Screen.....	12
5.6.1 Construction	12
5.6.2 Application.....	13
5.7 Inner sheath	13
5.7.1 Material	13
5.7.2 Application.....	13
5.7.3 Thickness of inner sheath	13
5.8 Braid armour	13
5.8.1 General	13
5.8.2 Braid wire diameter	14
5.8.3 Coverage density	14
5.8.4 Application of the armour	14
5.9 Outer sheath	14
5.9.1 Material	14
5.9.2 Application.....	14
5.9.3 Thickness of outer sheath	14
5.9.4 Colour of outer sheath	15
6 Tests – methods and requirements	15
Annex A (informative) Alternative enhanced insulation thickness for 0,6/1 kV.....	18
Annex B (informative) Identification of cores of multicore cables	19
Figure B.1 – Arrangement of the marks	19

Table 1 – Insulation thickness	11
Table 2 – Thickness of extruded inner covering and fictitious diameters.....	12
Table 3 – Requirements of drain wire	12
Table 4 – Tests applicable to all cables	15
Table 5 – Additional tests required for halogen-free cables	16
Table 6 – Additional test required for low smoke cables	17
Table 7 – Additional tests required for fire resistant cables	17
Table 8 – Additional tests required for specific performances.....	17
Table A.1 – Alternative enhanced insulation thickness for 0,6/1 kV	18
Table B.1 – Dimensions of the marks	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60092-353:2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –**Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60092-353 has been prepared by Subcommittee 18A: Electric cables for ships and mobile and fixed offshore units of IEC Technical Committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1995 and Amendment 1 (2001). This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Rationalization of the number of insulating and sheathing materials. In particular polyvinyl chloride based insulation (PVC) and sheath (ST1) have been removed. PVC sheath ST2 is permitted even though it releases harmful fumes under fire conditions;
- b) Modification of construction requirements in line with IEC 60092-350;

- c) Requirements and test methods have been divided in several tables for clarification. Requirements for enhanced cold properties, oil resistance and resistance to drilling fluids have been aligned to IEC 60092-350;
- d) The new testing methods for fire resistant cables are referenced in the standard.

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

FDIS	Report on voting
18A/316A/FDIS	18A/319/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 the parts of the IEC 60092 series, under the general title *Electrical installations in ships*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV

1 Scope and object

This part of the IEC 60092 series is applicable to shipboard and offshore non radial field power cables with extruded solid insulation, having a voltage rating of 0,6/1 (1,2) kV and 1,8/3 (3,6) kV intended for fixed installations.

Cables for use in circuits requiring resistance to fire are included.

The various types of power cables are given in 5.1. The constructional requirements and test methods shall comply with those indicated in IEC 60092-350, unless otherwise specified in this standard.

The object of this standard is:

- to standardize cables whose safety and reliability is ensured when they are installed in accordance with the requirements of IEC 60092-352 or IEC 61892-4;
- to lay down standard manufacturing requirements and characteristics of such cables directly or indirectly bearing on safety;
- to specify test methods for checking conformity with those requirements.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60050-461:2008, *International electrotechnical vocabulary – Part 461: Electric cables*

IEC 60092-350, *Electrical installations in ships – Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications*

IEC 60092-351, *Electrical installations in ships – Part 351: Insulating materials for shipboard and offshore units, power, control, instrumentation, telecommunication and data cables*

IEC 60092-352, *Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electrical cables*

IEC 60092-359, *Electrical installations in ships – Part 359: Sheathing materials for shipboard power and telecommunication cables*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60331-1:2009, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 1: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter exceeding 20 mm*

IEC 60331-2:2009, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 2: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter not exceeding 20 mm*

IEC 60331-11:1999, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C*
Amendment 1 (2009)¹

IEC 60331-21:1999, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 21: Procedures and requirements – Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV*

IEC 60332-1-2:2004, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60332-3-22:2000, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A*
Amendment 1 (2008)²

IEC 60445:2010, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60684-2:1997, *Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test*
Amendment 1 (2003)³

IEC 60754-1:1994, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas*

IEC 60754-2:1991, *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*
Amendment 1 (1997)

IEC 61034-1:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 1: Test apparatus*

IEC 61034-2:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

IEC 61892-4, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 4: Cables*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60092-350 as well as in IEC 60050-461 apply.

¹ There exists a consolidated edition (1.1) which includes IEC 60331-11:1999 and its amendment 1.

² There exists a consolidated edition (1.1) which includes IEC 60332-3-22:2000 and its amendment 1.

³ There exists a consolidated edition (2.1) which includes IEC 60684-2:1997 and its amendment 1 and its corrigendum.

4 General requirements

4.1 Rated voltage

The standard method of designating the rated voltages of cables covered by this standard shall take the form $U_o/U (U_m)$,

where

U_o is the rated power-frequency voltage between phase conductor and earth or metallic screen, for which the cable is designed;

U is the rated power-frequency voltage between phase conductors for which the cable is designed;

U_m is the maximum value of the “highest system voltage” for which the equipment (including cable) may be used (see IEC 60038).

All voltages are given as r.m.s. values.

The standard rated voltages $U_o/U (U_m)$ of the cables considered in this standard are:

$$U_o/U (U_m) = 0,6/1 (1,2) \text{ kV and } 1,8/3 (3,6) \text{ kV}$$

For 0,6/1 (1,2) kV cables, d.c. voltage up to a maximum of 1,5 times the a.c. voltage may be used provided that the voltage to earth does not exceed 0,9 kV.

4.2 Markings

4.2.1 Indication of origin and voltage identification

Cables shall comply with 4.1.2 of IEC 60092-350 with respect to:

- a) indication of origin;
- b) rated voltage and cable construction;
- c) continuity;
- d) durability / legibility.

4.2.2 Continuity

The marking is deemed to be continuous if the distance between the end of any marking and the beginning of the next does not exceed:

- a) 550 mm if the marking is on the outer surface of the cable;
- b) 275 mm in all other cases.

4.2.3 Core identification

4.2.3.1 General

Cable cores shall be clearly identified by either colours or numbers.

4.2.3.2 Coloured cores

The core colours shall be in accordance with IEC 60445.

4.2.3.3 Numbered Cores – multicore cables

Identification shall be made by inscription of numbers on each core starting from the centre beginning with 1 in accordance with Annex B.

5 Constructional requirements

5.1 General description

5.1.1 Overview

Shipboard and offshore cables for fixed installations shall be single or multicore cables generally constructed as follows:

5.1.2 Unarmoured cables (excluding 1,8/3 kV)

a) Single-core unarmoured unsheathed cable

- copper conductor, see 5.2;
- insulation applied as a single layer of insulating compound of one of the types described in 5.3 with an enhanced thickness equivalent to that of a combined insulation and outer sheath for use in unarmoured cables installed in an adequately protected environment (see 5.3.3 for the thickness).

b) Unarmoured single- or double-sheathed cable

- copper conductor, see 5.2;
- insulation, see 5.3;
- cabling (for multicore cables), see 5.4;
- inner covering (optional, but mandatory when a braided or a metal tape electrostatic screening is applied over the core lay-up), see 5.5;
- electrostatic screening (optional), see 5.6;
- inner sheath (optional), see 5.7;
- outer sheath applied as either one or two layer systems, see 5.9.

5.1.3 Armoured cables

a) Armoured single-sheathed cable with outer sheath only

- copper conductor, see 5.2;
- insulation, see 5.3;
- cabling (for multicore cables), see 5.4;
- inner covering below electrostatic screening (optional, but mandatory when a braided or a metal tape electrostatic screening is applied over the core lay-up), see 5.5;
- electrostatic screening (optional), see 5.6;
- inner covering (optional, but mandatory in case of a braid armour of galvanised steel wires in which case the inner covering shall be extruded), see 5.5;
- braid armour, see 5.8;
- outer sheath applied as either one or two layer systems, see 5.9.

b) Armoured double-sheathed cable with inner and outer sheath

- copper conductor, see 5.2;
- insulation, see 5.3;
- cabling (for multicore cables), see 5.4;

- inner covering (optional, but mandatory when a braided or a metal tape electrostatic screening is applied over the core lay-up), see 5.5;
- electrostatic screening (optional), see 5.6;
- inner sheath, see 5.7;
- braid armour, see 5.8;
- outer sheath applied as either one or two layer systems, see 5.9.

NOTE The use of a thermoplastic inner sheath (ST2 or SHF1) is not recommended if the outer sheath consists of an elastomeric crosslinked material.

c) Armoured single-sheathed cable with inner sheath only

- copper conductor, see 5.2;
- insulation, see 5.3;
- cabling (for multicore cables), see 5.4;
- inner covering (optional, but mandatory when a braided or a metal tape electrostatic screening is applied over the core lay-up), see 5.5;
- electrostatic screening (optional), see 5.6;
- inner sheath, see 5.7;
- braid armour, see 5.8.

NOTE Cables for installation in spaces where corrosion may occur, for example weather decks, wet locations, battery compartments, refrigeration rooms, etc., should have an outer sheath over the braid, if any, unless the braid itself is corrosion-resistant.

5.2 Conductors

Material, metal coating, class and form of the conductors shall be in accordance with IEC 60092-350. For cables having rated voltage 1,8/3 kV only circular stranded compacted or non-compacted conductors with a minimum cross-section of 10 mm² are permitted. A separator between conductors and insulation is permitted.

5.3 Insulation

5.3.1 Material

The insulating compounds and their designations shall be as given in IEC 60092-351 thus:

- for 0,6/1 (1,2) kV cables, types EPR, HEPR, XLPE, HF 90 or S 95 shall be used;
- for 1,8/3 (3,6) kV cables, types only EPR, HEPR, XLPE shall be used.

The insulation system shall consist of one of the options (a) to (d) as listed in IEC 60092-350, 4.3.1.

5.3.2 Application

The application shall be as detailed in IEC 60092-350, 4.3.2.

5.3.3 Thickness of insulation

The thickness of the insulation shall be as specified in Table 1 hereinafter and meet the requirements of IEC 60092-350, 4.3.3.

For single core unsheathed unarmoured cables (see 5.1.2 a)), the total insulation thickness shall be the sum of:

- a) the thickness t_j as specified in Table 1, and

- b) the thickness as calculated in accordance with 5.9.3 a), with fictitious diameter $D = d_L + 2 t_i$ (see also IEC 60092-350, Annex A). The total thickness shall meet the requirements of IEC 60092-350, 4.3.3.

Table 1 – Insulation thickness

Nominal cross sectional area of conductor mm ²	0,6/1 kV			1,8/3 kV		
	EPR S 95 mm	HEPR mm	XLPE HF 90 mm	EPR mm	HEPR mm	XLPE mm
1	1,0	0,7	0,7	–	–	–
1,5	1,0	0,7	0,7	–	–	–
2,5	1,0	0,7	0,7	–	–	–
4	1,0	0,7	0,7	–	–	–
6	1,0	0,7	0,7	–	–	–
10	1,0	0,7	0,7	2,2	2,0	2,0
16	1,0	0,7	0,7	2,2	2,0	2,0
25	1,2	0,9	0,9	2,2	2,0	2,0
35	1,2	0,9	0,9	2,2	2,0	2,0
50	1,4	1,0	1,0	2,2	2,0	2,0
70	1,4	1,1	1,1	2,2	2,0	2,0
95	1,6	1,1	1,1	2,4	2,0	2,0
120	1,6	1,2	1,2	2,4	2,0	2,0
150	1,8	1,4	1,4	2,4	2,0	2,0
185	2,0	1,6	1,6	2,4	2,0	2,0
240	2,2	1,7	1,7	2,4	2,0	2,0
300	2,4	1,8	1,8	2,4	2,0	2,0
400	2,6	2,0	2,0	2,6	2,0	2,0
500	2,8	2,2	2,2	2,8	2,2	2,2
630	2,8	2,4	2,4	2,8	2,4	2,4

NOTE Alternative enhanced insulation thickness may be given in some countries for legal reasons. These are based on those given in Annex A.

5.4 Cabling (including fillers & binders)

Cores of a multicore cable shall be laid up, and the interstices filled if necessary with fillers, inner covering or inner sheath (outer sheath in the case of unarmoured cables) according to IEC 60092-350, 4.5.

5.5 Inner covering

5.5.1 General

The inner covering, if any, may be extruded (mandatory below galvanized steel wire braid) or lapped. The relevant material and characteristics shall be in accordance with 4.6 of IEC 60092-350.

5.5.2 Thickness of inner covering

The values of the (approximate) thickness of extruded inner covering for the calculation of fictitious diameters are given in Table 2.

Table 2 – Thickness of extruded inner covering and fictitious diameters

Fictitious diameter over laid up cores		Thickness of extruded inner covering
Above mm	Up to and including mm	(approximate value) mm
-	25	1,0
25	35	1,2
35	45	1,4
45	60	1,6
60	80	1,8
80	-	2,0

The values of the (approximate) thickness of lapped covering for the calculation of the fictitious diameters are 0,4 mm for fictitious diameter over laid-up cores up to and including 40 mm and 0,6 mm for larger diameters.

NOTE For the calculation of fictitious diameter, see Annexes A and C of IEC 60092-350.

5.6 Screen

5.6.1 Construction

5.6.1.1 General

The screen if any, shall be a collective metallic screen and shall be in accordance with IEC 60092-350, 4.4.2 and shall consist of one or more tapes, a braid or a combination of a braid with tape(s).

5.6.1.2 Metal/polyester tape

The laminated electrostatic screening tape shall be applied with the metallic side in electrical contact with a drain wire. The minimum overlap of the laminated tape shall be 15 % of its total width, to ensure coverage in case of bending the cable. The laminated tape shall be either aluminium bonded to polyester having a minimum thickness of aluminium of 0,008 mm and a minimum thickness of polyester of 0,010 mm, or copper bonded to polyester having a minimum thickness of copper of 0,018 mm and a minimum thickness of polyester of 0,023 mm.

The drain wire shall be composed of a number of strands of tinned annealed copper wires in the case of aluminium laminate tape and either plain or tinned annealed copper wires in the case of copper laminate tape. The drain wire shall have a maximum resistance in accordance with Table 3.

Table 3 – Requirements of drain wire

Nominal area of conductor of the cores mm ²	Maximum drain wire resistance ohm/km
1	28,3
1,5	28,3
2,5 and above	21,2

Polyester tape of either 0,023 mm or 0,050 mm nominal thickness shall be applied over the screen with a minimum overlap of 15 % of its total width.

NOTE A screen consisting of a laminated electrostatic screening tape and a drain wire is not suitable for carrying large short-circuit currents and should not be grounded with the protective earth conductor of the applicable power circuit.

5.6.1.3 Metal tape

The specified nominal thickness for a plain metal tape shall be at least 0,1 mm.

5.6.1.4 Braid

The specified nominal thickness for the braiding wires shall be at least 0,2 mm.

5.6.2 Application

The screen, if any, shall be applied over the inner covering in case of a braided or a metal tape screen (see 5.1.2 and 5.1.3).

5.7 Inner sheath

5.7.1 Material

The inner sheathing compound and its designation shall be one of those given in IEC 60092-359 except that PVC type ST1 is not permitted.

5.7.2 Application

The application shall be as detailed in IEC 60092-350, 4.7.2.

5.7.3 Thickness of inner sheath

The thickness of the inner sheath is given as a function of the internal diameter of the sheath under consideration, the fictitious diameter being calculated by the method in IEC 60092-350, Annexes A and C.

The formula is:

a) for double sheathed unarmoured cable as 5.1.2 (b):

$$t_1 = 0,025 D + 0,6 \text{ mm, with a minimum thickness of } 0,8 \text{ mm}$$

b) for armoured cable as 5.1.3 b) and c):

$$t_1 = 0,04 D + 0,8 \text{ mm, with a minimum thickness of } 1,0 \text{ mm for construction } 5.1.3 \text{ b) and } 1,4 \text{ mm for construction } 5.1.3 \text{ c)}$$

where

D is the fictitious diameter under the inner sheath.

The thickness at any point shall satisfy the prescriptions given in 4.7.3 of IEC 60092-350.

5.8 Braid armour

5.8.1 General

In this standard only metal braid armours are specified, the braid wires being of copper, copper alloy or galvanized steel.

Joints in the braiding wires shall be soldered, twisted or woven-in and the complete braid shall not be jointed. The braid shall be evenly applied.

The armour may serve as a collective metallic screen (see 5.6).

NOTE In some countries, the use of an armour as an earthing collective metallic screen is prohibited for legal reasons.

5.8.2 Braid wire diameter

Irrespective of the metal used, the nominal diameter of the braid wire shall be:

0,2 mm, as a minimum, for cables having fictitious diameter under the braid less than or equal to 10 mm;

0,3 mm, as a minimum, for cables having fictitious diameter under the braid larger than 10 mm and less than or equal to 30 mm;

0,4 mm, as a minimum, for cables having fictitious diameter under the braid larger than 30 mm.

5.8.3 Coverage density

The coverage density of the braid shall be in accordance with IEC 60092-350, 4.8.2.

NOTE In case the alternative method in accordance with IEC 60092-350, 4.8.2 is used to evaluate the coverage density, the mean diameter of the braid to be used is the fictitious diameter under the braid plus two times the nominal diameter of the braiding wires.

5.8.4 Application of the armour

The armour shall be applied in such a way that it shall neither adhere to the inner covering or inner sheath nor to the outer sheath.

5.9 Outer sheath

5.9.1 Material

The outer sheathing compound and its designation shall be one of those given in IEC 60092-359 except that PVC type ST1 is not permitted.

5.9.2 Application

The application shall be as detailed in IEC 60092-350, 4.9.2.

5.9.3 Thickness of outer sheath

The thickness of outer sheath is given as a function of the internal diameter of the sheath under consideration, the fictitious diameter being calculated by the method in IEC 60092-350, Annexes A and C.

The formula is:

a) for unarmoured or armoured single-sheathed cables as 5.1.2 a) and b) and 5.1.3 a):

$$t_1 = 0,04 D + 0,8 \text{ mm with a minimum thickness of } 1,0 \text{ mm}$$

where D is the fictitious diameter under the sheath

b) for unarmoured double-sheathed cables as 5.1.2 b):

$$t_2 = 0,025 D + 0,9 \text{ mm, with a minimum thickness of } 1,0 \text{ mm}$$

c) for armoured double-sheathed cables as 5.1.3 b):

$$t_2 = 0,025 D + 0,6 \text{ mm, with a minimum thickness of } 0,8 \text{ mm}$$

The thickness at any point shall satisfy the prescriptions given in 4.9.3 of IEC 60092-350.

5.9.4 Colour of outer sheath

The outer sheath shall be coloured black or grey, unless otherwise specified by the purchaser at the time of ordering.

6 Tests – methods and requirements

The tests shall be carried out according to Tables 4 to 8 where applicable.

Table 4 – Tests applicable to all cables

Test	Applicability – all types of cable unless otherwise stated	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Measurement of electrical resistance of conductors		Routine	5.2.2	IEC 60228
Voltage test		Routine	5.2.3	-
Voltage test on sheath	Armoured cables	Routine	5.2.3.4	-
Insulation resistance test		Routine; sample Type	5.2.4 7.2.1	-
Conductor examination		Sample and Type	6.4	-
Check of cable dimensions		Sample and Type		
– Thickness of insulation			6.5 and 8.1	-
– Thickness of non metallic sheaths (excluding inner coverings)			6.6 and 8.2	-
– External diameter			6.7	-
Hot set test	HEPR, EPR, XLPE, HF 90, S 95 insulations and SE1, SHF2 sheaths	Sample	6.8	IEC 60092-351 and IEC 60092- 359
Coverage density of braid	Braid armoured cables	Type	4.8.2	
Insulation resistance measurement at maximum rated temperature		Type	7.2.2	IEC 60092-351
Increase in a.c. capacitance after immersion in water		Type	7.3	IEC 60092-351
High-voltage test for 4 h		Type	7.4	
Mechanical properties of insulation before and after ageing		Type	8.3	IEC 60092-351
Mechanical properties of sheath before and after ageing		Type	8.4	IEC 60092-359
Additional ageing compatibility test		Type	8.5	IEC 60092-351 and IEC 60092- 359
Loss of mass test	ST2 sheath	Type	8.6	IEC 60092-359

Table 4 (continued)

Test	Applicability – all types of cable unless otherwise stated	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Behaviour at high temperature	ST2 and SHF1 sheaths	Type	8.7	IEC 60092-359
Behaviour at low temperatures	ST2, SHF1 and SHF2 sheaths	Type	8.8	IEC 60092-359
Test for coating of copper wires		Type	8.10	
Galvanizing test		Type	8.11	
Resistance to cracking heat shock	ST2 and SHF1 sheaths	Type	8.12	IEC 60092-359
Ozone resistance	Insulations and sheaths	Type	8.13	
Hot oil immersion	SE1, SH and SHF2 sheaths	Type	8.14.1	IEC 60092-359
Flame-spread tests: IEC 60332-1-2 and IEC 60332-3-22		Type	8.16.1 8.16.2	IEC 60332-1-2 and IEC 60332-3-22 in which case cables shall be installed in touching configuration on the front of the ladder.
Determination of hardness	HEPR insulation	Type	8.17	IEC 60092-351
Determination of modulus of elasticity	HEPR insulation	Type	8.18	IEC 60092-351
Durability of marking		Type	8.19	The marking shall remain legible following the test as given in IEC 60092-350, 8.19

Table 5 – Additional tests required for halogen-free cables

Test	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Acid gas emission	Type	8.16.4	IEC 60754-1
pH and conductivity	Type	8.16.5	IEC 60754-2
Fluorine content test	Type	8.16.6	IEC 60684-2

Table 6 – Additional test required for low smoke cables

Test	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Smoke emission test for cables insulated and sheathed with halogen-free materials. When tested according to IEC 61034-1 and IEC 61034-2	Type	8.16.3	The test is satisfactory for the finished cables if the levels of light transmittance exceeds 60% throughout the test
NOTE The smoke emission test is in general applicable to halogen-free cables. See also Table 5.			

Table 7 – Additional tests required for fire resistant cables

Test	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Test for fire resistance (limited circuit integrity)	Type	8.16.7	The test shall be carried out in accordance with IEC 60331-21 or IEC 60331-1 or IEC 60331-2 and the minimum time to failure shall be 90 min
NOTE The test apparatus for the test procedure defined in IEC 60331-21 is detailed in IEC 60331-11.			

Table 8 – Additional tests required for specific performances

Test	Status	Method – clause number given in IEC 60092-350	Requirement – as in IEC 60092-350 unless otherwise stated
Special test for low temperature behaviour	Type	8.9	
Enhanced hot oil immersion	Type	8.14.2	
Mud fluid drilling test	Type	8.15	

Annex A (informative)

Alternative enhanced insulation thickness for 0,6/1 kV

NOTE 1 For legal reasons in some countries this Annex may become normative.

Table A.1 gives an overview of alternative enhanced insulation thickness for 0,6/1 kV.

Table A.1 – Alternative enhanced insulation thickness for 0,6/1 kV

Rated voltage 0,6/1 kV			
Silicone rubber / EPR		XLPE	
Nominal cross-sectional area (S) mm ²	Insulation thickness (t) ^a and ^b mm	Nominal cross-sectional area (S) mm ²	Insulation thickness (t) ^c mm
1	1,0	1,0	0,9
1,5	1,0	1,5	0,9
2,5	1,0	2,5	0,9
4	1,1	4	1,0
6	1,1	6	1,0
10	1,2	10	1,1
16	1,3	16	1,2
25	1,4	25	1,3
35	1,5	35	1,3
50	1,6	50	1,4
70	1,7	70	1,6
95	1,9	95	1,7
120	2,0	120	1,8
150	2,1	150	1,9
185	2,3	185	2,0
240	2,4	240	2,2
300	2,6	300	2,4
400	2,9	400	2,6
500	3,1	500	2,8
630	3,4	630	3,1
^a These values of the insulation thickness correspond approximately to the formula: $t = 0,1\sqrt{S} + 0,9 \text{ mm}$			
^b All these values may be reduced by 0,1 mm if the rubber wall is covered by an extruded skin of polyamide or equivalent material.			
^c These values of the insulation thickness correspond approximately to the formula: $t = 0,09\sqrt{S} + 0,8 \text{ mm}$			

NOTE 2 For cross sections of 185 mm² and above, the insulation thickness is suitable for 3 kV. If in this case a voltage rating of 3 kV is designated to the cable, this cable should be tested as a 3 kV cable.

Annex B (informative)

Identification of cores of multicore cables

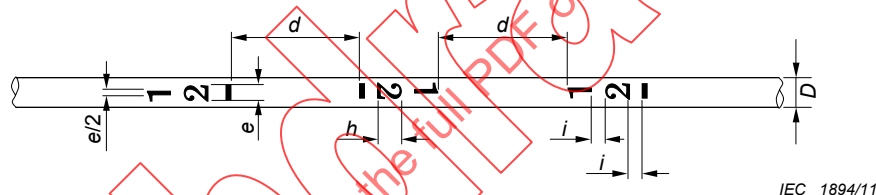
B.1 Inscription

The inscription shall be composed of marks at regular intervals along the entire length of core and comprising of:

- a reference number in Arabic numerals;
- a dash which underlines this reference number and indicates the direction in which the number must be read.

B.2 Arrangement of the marks

Two consecutive marks shall always be placed upside down in relation to one another. The arrangement of the marks is shown in Figure B.1.



Key

Refer to Clause B.3 below

Figure B.1 – Arrangement of the marks

When the reference consists of a single numeral, the dash is placed under it; if the reference number consists of two numerals, these are disposed one below the other and the dash is placed underneath the lower numeral.

B.3 Spacing and dimensions of the marks

The dimensions of the marks and the spacing are given in Table B.1, where:

- D = nominal diameter of the core;
- e = minimum width of a mark;
- h = minimum height of a numeral;
- i = approximate interval, in a mark, between two consecutive numerals, as well as between numeral and dash;
- d = maximum interval between two consecutive marks.

Table B.1 – Dimensions of the marks

Nominal diameter, D , of the core mm	e^1	h	i	d
$D \leq 2,4$	0,6 mm	2,3 mm	2 mm	50 mm
$2,4 < D \leq 5$	1,2 mm	3,2 mm	3 mm	50 mm
$D > 5$	1,6 mm	4,6 mm	4 mm	50 mm
¹ When the numeral is 1, the minimum width is equal to half the dimension given in this Table.				

B.4 Appearance of inscription

The inscription shall be legible and of a colour which contrasts with that of the core. All the marks of the cores in multicore cable shall be of the same colour.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60092-353:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application et objet	26
2 Références normatives	26
3 Termes et définitions	28
4 Exigences générales	28
4.1 Tension assignée	28
4.2 Marquage	28
4.2.1 Marque d'origine et indication de tension	28
4.2.2 Continuité	28
4.2.3 Repérage des conducteurs	28
5 Exigences de construction	29
5.1 Description générale	29
5.1.1 Vue d'ensemble	29
5.1.2 Câbles non armés (à l'exclusion de 1,8/3 kV)	29
5.1.3 Câbles armés	29
5.2 Âmes conductrices	30
5.3 Isolation	30
5.3.1 Matériau	30
5.3.2 Application	30
5.3.3 Épaisseur de l'isolant	31
5.4 Assemblage (y compris les bourrages et les assemblages)	31
5.5 Revêtement intérieur	32
5.5.1 Généralités	32
5.5.2 Épaisseur du revêtement intérieur	32
5.6 Écran	32
5.6.1 Construction	32
5.6.2 Application	33
5.7 Gaine intérieure	33
5.7.1 Matériau	33
5.7.2 Application	33
5.7.3 Épaisseur de la gaine intérieure	33
5.8 Armure tressée	34
5.8.1 Généralités	34
5.8.2 Diamètre du fil de la tresse	34
5.8.3 Densité de recouvrement	34
5.8.4 Application de l'armure	34
5.9 Gaine extérieure	34
5.9.1 Matériau	34
5.9.2 Application	34
5.9.3 Épaisseur de la gaine extérieure	34
5.9.4 Couleur de la gaine extérieure	35
6 Essais – méthodes et exigences	35
Annexe A (informative) Épaisseurs renforcées alternatives pour des enveloppes isolantes 0,6/1 kV	39
Annexe B (informative) Identification des conducteurs des câbles multipolaires	40

Figure B.1 – Disposition des marques	40
Tableau 1 – Épaisseur de l'isolant	31
Tableau 2 – Épaisseur du revêtement extrudé et diamètres fictifs	32
Tableau 3 – Exigences relatives au fil de continuité	33
Tableau 4 – Essais applicables à tous les câbles	35
Tableau 5 – Essais supplémentaires pour les câbles sans halogène	37
Tableau 6 – Essai supplémentaire pour les câbles à faible émission de fumée	37
Tableau 7 – Essais supplémentaires pour les câbles résistants au feu	37
Tableau 8 – Essais supplémentaires requis pour performances spécifiques	38
Tableau A.1 – Épaisseurs renforcées alternatives pour des enveloppes isolantes 0,6/1 kV	39
Tableau B.1 – Dimensions des marques	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 353: Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60092-353 a été établie par le sous-comité 18A: Câbles électriques pour navires et unités mobiles et fixes en mer, du comité d'études 18 de la CEI: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1995 et l'Amendement 1 (2001). Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Rationalisation du nombre de matériaux d'isolation et de gainage. En particulier, l'isolation à base de PVC (polychlorure de vinyle) et la gaine (ST1) ont été supprimées. La gaine ST2 en PVC est autorisée même si elle diffuse des fumées nocives en cas d'incendie;

- b) Modification des exigences de construction en accord avec la CEI 60092-350;
- c) Les exigences et méthodes d'essai ont été séparées pour des raisons de clarification dans plusieurs tableaux. Les exigences en matière de propriétés à froid améliorées, de résistance à l'huile et de résistance aux boues de forage ont été alignées sur celles de la CEI 60092-350;
- d) Les nouvelles méthodes d'essai des câbles résistant au feu sont référencées dans la norme.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18A/316A/FDIS	18A/319/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 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60092, sous le titre général *Installations électriques à bord des navires*, 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 stabilité 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.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 353: Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la série CEI 60092 est applicable aux câbles pour installations à bord des navires et à champ non radial, à isolement massif extrudé, pour tension assignée 0,6/1 (1,2) kV et 1,8/3 (3,6) kV destinés aux installations fixes.

Les câbles utilisés dans les circuits devant résister au feu sont inclus.

Les différents types de câbles d'énergie sont indiqués en 5.1. Leurs exigences de fabrication et leurs méthodes d'essai doivent être conformes à celles qui sont indiquées dans la CEI 60092-350 sauf spécification contraire dans la présente norme.

L'objet de la présente norme est:

- de normaliser des câbles qui soient sûrs et fiables lorsqu'ils sont installés conformément aux exigences de la CEI 60092-352 ou de la CEI 61892-4;
- d'établir les caractéristiques pour de tels câbles et les exigences normalisées relatives à leur fabrication se référant directement ou indirectement à la sécurité;
- de préciser les méthodes d'essai pour vérifier la conformité à ces exigences.

2 Références normatives

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

CEI 60038:2009, *Tensions nominales de la CEI*

CEI 60050-461: 2008, *Vocabulaire electrotechnique international – Partie 461: Câbles électriques*

IEC 60092-350, *Electrical installations in ships – Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications* (disponible uniquement en anglais)

IEC 60092-351, *Electrical installations in ships – Part 351: Insulating materials for shipboard and offshore units, power, control, instrumentation, telecommunication and data cables* (disponible uniquement en anglais)

IEC 60092-352, *Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electrical cables* (disponible uniquement en anglais)

CEI 60092-359, *Installations électriques à bord des navires – Partie 359: Matériaux de gainage pour câbles de transport d'énergie et de télécommunications installés à bord des navires*

CEI 60228:2004, *Ames des câbles isolés*

CEI 60331-1:2009, *Essais pour câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits – Partie 1: Méthode d'essai au feu avec chocs pour les câbles de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV et de diamètre externe supérieur à 20 mm, à une température d'au moins 830 °C*

CEI 60331-2:2009, *Essais pour câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits – Partie 2: Méthode d'essai au feu avec chocs pour les câbles de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV et de diamètre externe inférieur ou égal à 20 mm, à une température d'au moins 830 °C*

CEI 60331-11:1999, *Essais de câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits – Partie 11: Appareillage – Incendie seul avec flamme à une température d'au moins 750 °C*
Amendement 1 (2009)¹

CEI 60331-21:1999, *Essais de câbles électriques soumis au feu – Intégrité des circuits – Partie 21: Procédures et prescriptions – Câbles de tension assignée jusqu'et y compris 0,6/1,0 kV*

CEI 60332-1-2:2004, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

CEI 60332-3-22:2000, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3-22: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale – Catégorie A*
Amendement 1 (2008)²

CEI 60455:2010, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

CEI 60684-2:1997, *Gaines isolantes souples – Partie 2: Méthodes d'essai*
Amendement 1 (2003)³

CEI 60754-1:1994, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion de matériaux prélevés sur câbles – Partie 1: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*

CEI 60754-2:1991, *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*
Amendement 1 (1997)

CEI 61034-1:2005, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 1: Appareillage d'essai*

CEI 61034-2:2005, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et exigences*

IEC 61892-4, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 4: Cables*
(disponible uniquement en anglais)

¹ Il existe une édition consolidée (1.1) qui inclut la CEI 60331-11:1999 ainsi que son amendement 1.

² Il existe une édition consolidée (1.1) qui inclut la CEI 60332-3-22:2000 ainsi que son amendement 1.

³ Il existe une édition consolidée (2.1) qui inclut la CEI 60684-2:1997 ainsi que son amendement 1 et son corrigendum.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60092-350 ainsi que dans la CEI 60050-461 s'appliquent.

4 Exigences générales

4.1 Tension assignée

La méthode normalisée de conception des tensions assignées des câbles couverts par la présente norme doit prendre la forme $U_o/U (U_m)$,

où

U_o est la tension assignée à fréquence industrielle entre le conducteur de phase et la terre ou le revêtement métallique, pour laquelle le câble est conçu;

U est la tension assignée à fréquence industrielle entre les conducteurs de phases, pour laquelle le câble est conçu;

U_m est la valeur maximale de la tension de réseau la plus élevée pour laquelle le matériel (y compris le câble) peut être utilisé (voir la CEI 60038).

Toutes les tensions sont données en tant que valeurs efficaces.

Les tensions assignées normales $U_o/U (U_m)$ des câbles prévues par la présente norme sont les suivantes:

$$U_o/U (U_m) = 0,6/1 (1,2) \text{ kV et } 1,8/3 (3,6) \text{ kV}$$

Pour les câbles 0,6/1 (1,2) kV, la tension en courant continu peut être utilisée jusqu'à 1,5 fois au maximum la tension en courant alternatif, à condition que la tension par rapport à la terre ne dépasse pas 0,9 kV.

4.2 Marquage

4.2.1 Marque d'origine et indication de tension

Les câbles doivent être conformes à 4.1.2 de la CEI 60092-350 quant à:

- l'indication de l'origine;
- la tension assignée et la construction du câble;
- la continuité;
- la durabilité/lisibilité.

4.2.2 Continuité

Le marquage est considéré comme continu si l'intervalle compris entre la fin de chaque marquage et le commencement du suivant ne dépasse pas:

- 550 mm si le marquage se trouve sur la surface extérieure du câble;
- 275 mm dans tous les autres cas.

4.2.3 Repérage des conducteurs

4.2.3.1 Généralités

Les conducteurs de câble doivent être clairement identifiés par des couleurs ou des numéros.

4.2.3.2 Conducteurs de couleur

Les couleurs du conducteur doivent être conformes à la CEI 60445.

4.2.3.3 Conducteurs numérotés – câbles multipolaires

L'identification doit apparaître sous la forme de numéros placés sur chaque conducteur, commençant par 1 à partir du centre, conformément à l'Annexe B.

5 Exigences de construction

5.1 Description générale

5.1.1 Vue d'ensemble

Les câbles installés à bord des navires et dans les installations fixes en mer doivent être des câbles uniques ou multipolaires, en général construits comme suit:

5.1.2 Câbles non armés (à l'exclusion de 1,8/3 kV)

a) Câble sans gaine non armé mono-conducteur

- conducteur en cuivre, voir 5.2;
- isolation appliquée en une seule couche de mélange isolant de l'un des types décrits en 5.3, avec une épaisseur renforcée équivalente à celle d'une isolation combinée et une gaine externe utilisée pour les câbles non armés installés dans un environnement protégé (voir 5.3.3 pour connaître l'épaisseur).

b) Câble non armé à une ou deux gaines

- conducteur en cuivre, voir 5.2;
- isolation, voir 5.3;
- assemblage (pour les câbles multipolaires), voir 5.4;
- revêtement intérieur (facultatif, mais obligatoire si tressé ou si un écran électrostatique à ruban métallique est appliqué sur l'assemblage des conducteurs), voir 5.5;
- écran électrostatique (facultatif), voir 5.6;
- gaine intérieure (facultative), voir 5.7;
- gaine extérieure appliquée comme des systèmes à une ou deux couches, voir 5.9.

5.1.3 Câbles armés

a) Câble armé à une seule gaine, extérieure uniquement

- conducteur en cuivre, voir 5.2;
- isolation, voir 5.3;
- assemblage (pour les câbles multipolaires), voir 5.4;
- revêtement intérieur sous un écran électrostatique (facultatif, mais obligatoire si un écran électrostatique à ruban métallique est appliqué sur l'assemblage des conducteurs), voir 5.5;
- écran électrostatique (facultatif), voir 5.6;
- revêtement intérieur (facultatif, mais obligatoire dans le cas d'une armure tressée en feuillard d'acier galvanisé, auquel cas le revêtement intérieur doit être extrudé), voir 5.5;
- armure tressée, voir 5.8;
- gaine extérieure appliquée comme des systèmes à une ou deux couches, voir 5.9.

b) Câble armé à deux gaines, intérieure et extérieure

- conducteur en cuivre, voir 5.2;
- isolation, voir 5.3;
- assemblage (pour les câbles multipolaires), voir 5.4;
- revêtement intérieur (facultatif, mais obligatoire si tressé ou si un écran électrostatique à ruban métallique est appliqué sur l'assemblage des conducteurs), voir 5.5;
- écran électrostatique (facultatif), voir 5.6;
- gaine intérieure, voir 5.7;
- armure tressée, voir 5.8;
- gaine extérieure appliquée comme des systèmes à une ou deux couches, voir 5.9.

NOTE L'utilisation d'une gaine intérieure thermoplastique (ST2 ou SHF1) n'est pas recommandée si la gaine extérieure est composée d'un matériau élastomère réticulé.

c) Câble armé à une seule gaine, intérieure uniquement

- conducteur en cuivre, voir 5.2;
- isolation, voir 5.3;
- assemblage (pour les câbles multipolaires), voir 5.4;
- revêtement intérieur (facultatif, mais obligatoire si tressé ou si un écran électrostatique à ruban métallique est appliqué sur l'assemblage des conducteurs), voir 5.5;
- écran électrostatique (facultatif), voir 5.6;
- gaine intérieure, voir 5.7;
- armure tressée, voir 5.8.

NOTE Il convient que les câbles prévus pour être installés dans des locaux où des risques de corrosion peuvent se présenter (ponts exposés aux intempéries, endroits humides, salles réservées aux accumulateurs, chambres frigorifiques, par exemple) soient dotés d'une gaine extérieure sur la tresse, le cas échéant, sauf si la tresse elle-même est résistante à la corrosion.

5.2 Âmes conductrices

Le matériau, le revêtement métallique, la classe et la forme des âmes conductrices doivent être conformes à la CEI 60092-350. Pour les câbles présentant une tension assignée de 1,8/3 kV, seules des âmes conductrices câblées circulaires compactées ou non compactées de section minimale de 10 mm² sont admises. La présence d'un séparateur placé entre les âmes conductrices et l'isolation est admise.

5.3 Isolation

5.3.1 Matériau

Les mélanges isolants et leurs désignations doivent être ceux donnés dans la CEI 60092-351. Par conséquent:

- pour les câbles 0,6/1 (1,2) kV, les types EPR, HEPR, XLPE, HF 90 ou S 95 doivent être utilisés;
- pour les câbles 1,8/3 (3,6) kV, les types EPR, HEPR, XLPE uniquement doivent être utilisés.

Le système d'isolation doit consister l'une des options (a) à (d) telles que listées dans la CEI 60092-350, 4.3.1.

5.3.2 Application

L'application doit être celle présentée dans la CEI 60092-350, 4.3.2.

5.3.3 Épaisseur de l'isolant

L'épaisseur de l'isolant doit être celle indiquée dans le Tableau 1 ci-après et satisfaire aux exigences de la CEI 60092-350, 4.3.3.

Pour les câbles sans gaine non armés mono-conducteurs (voir 5.1.2 a)), l'épaisseur totale de l'isolant doit être égale à la somme de:

- l'épaisseur t_j , telle que spécifiée au Tableau 1, et
- l'épaisseur calculée conformément en 5.9.3 a), avec un diamètre fictif $D = d_L + 2 t_i$ (voir également l'Annexe A de la CEI 60092-350). L'épaisseur totale doit satisfaire aux exigences de la CEI 60092-350, 4.3.3.

Tableau 1 – Épaisseur de l'isolant

Section nominale de l'âme conductrice mm ²	0,6/1 kV			1,8/3 kV		
	EPR S 95	HEPR	XLPE HF 90	EPR	HEPR	XLPE
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,0	0,7	0,7	–	–	–
1,5	1,0	0,7	0,7	–	–	–
2,5	1,0	0,7	0,7	–	–	–
4	1,0	0,7	0,7	–	–	–
6	1,0	0,7	0,7	–	–	–
10	1,0	0,7	0,7	2,2	2,0	2,0
16	1,0	0,7	0,7	2,2	2,0	2,0
25	1,2	0,9	0,9	2,2	2,0	2,0
35	1,2	0,9	0,9	2,2	2,0	2,0
50	1,4	1,0	1,0	2,2	2,0	2,0
70	1,4	1,1	1,1	2,2	2,0	2,0
95	1,6	1,1	1,1	2,4	2,0	2,0
120	1,6	1,2	1,2	2,4	2,0	2,0
150	1,8	1,4	1,4	2,4	2,0	2,0
185	2,0	1,6	1,6	2,4	2,0	2,0
240	2,2	1,7	1,7	2,4	2,0	2,0
300	2,4	1,8	1,8	2,4	2,0	2,0
400	2,6	2,0	2,0	2,6	2,0	2,0
500	2,8	2,2	2,2	2,8	2,2	2,2
630	2,8	2,4	2,4	2,8	2,4	2,4

NOTE Dans certains pays et pour des raisons légales, il se peut que des épaisseurs renforcées d'isolant, alternatives et supérieures à celles-ci, soient spécifiées. Elles sont alors basées sur celles indiquées à l'Annexe A.

5.4 Assemblage (y compris les bourrages et les assemblages)

Les conducteurs d'un câble multipolaire doivent être câblés, les interstices étant, si nécessaire, remplis par des bourrages, un revêtement intérieur ou une gaine intérieure (une gaine extérieure dans le cas des câbles non armés) conformément à la CEI 60092-350, 4.5.

5.5 Revêtement intérieur

5.5.1 Généralités

Le revêtement intérieur, le cas échéant, peut être extrudé (obligatoire dans le cas d'une tresse d'armure en acier galvanisé) ou rubané. Le matériau et les caractéristiques correspondants doivent être conformes à 4.6 de la CEI 60092-350.

5.5.2 Épaisseur du revêtement intérieur

Les valeurs de l'épaisseur (approximative) du revêtement intérieur extrudé pour le calcul des diamètres fictifs sont données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Épaisseur du revêtement extrudé et diamètres fictifs

Diamètre fictif des conducteurs câblés		Épaisseur du revêtement intérieur extrudé
Au-dessus mm	Jusqu'à et y compris mm	(valeur approximative) mm
-	25	1,0
25	35	1,2
35	45	1,4
45	60	1,6
60	80	1,8
80	-	2,0

Les valeurs de l'épaisseur (approximative) du revêtement rubané pour le calcul des diamètres fictifs sont de 0,4 mm pour le diamètre fictif des conducteurs câblés inférieurs ou égaux à 40 mm, et de 0,6 mm pour les diamètres plus importants.

NOTE Pour le calcul du diamètre fictif, voir les Annexes A et C de la CEI 60092-350.

5.6 Écran

5.6.1 Construction

5.6.1.1 Généralités

Le cas échéant, l'écran doit être un écran métallique collectif, doit être conforme à la CEI 60092-350, 4.4.2 et composé d'un ou de plusieurs rubans, d'une tresse ou d'une combinaison d'une tresse et d'un/de ruban(s).

5.6.1.2 Ruban métallique/polyester

Le ruban de l'écran électrostatique feuilleté doit être appliqué de sorte que le côté métallique soit en contact électrique avec un fil de continuité. Le chevauchement minimal du ruban feuilleté doit représenter 15 % de sa largeur totale, afin d'assurer la couverture en cas de courbure du câble. Le ruban feuilleté doit être en aluminium associé au polyester, chacun de ces matériaux présentant respectivement une épaisseur minimale de 0,008 mm et de 0,010 mm, ou en cuivre associé au polyester, chacun de ces matériaux présentant respectivement une épaisseur minimale de 0,018 mm et 0,023 mm.

Le fil de continuité doit être composé d'un certain nombre de brins de fils de cuivre étamé recuit dans le cas d'un ruban feuilleté en aluminium et de fils de cuivre lisse ou étamé recuit dans le cas d'un ruban feuilleté en cuivre. Le fil de continuité doit présenter une résistance maximale conforme au Tableau 3.

Tableau 3 – Exigences relatives au fil de continuité

Surface nominale de l'âme des conducteurs mm ²	Résistance maximale du fil de continuité ohm/km
1	28,3
1,5	28,3
2,5 et supérieur	21,2

Le ruban de polyester d'épaisseur nominale de 0,023 mm ou 0,050 mm doit être appliqué sur l'écran, avec un chevauchement minimal de 15 % de sa largeur totale.

NOTE Un écran composé d'un ruban électrostatique feuilleté et d'un fil de continuité n'est pas adapté à l'acheminement de courants de court-circuit importants, et il convient de ne pas le mettre à la terre avec le conducteur de terre de protection du circuit d'alimentation.

5.6.1.3 Ruban métallique

L'épaisseur nominale spécifiée d'un ruban métallique lisse doit être d'au moins 0,1 mm.

5.6.1.4 Tresse

L'épaisseur nominale spécifiée des fils de tresse doit être d'au moins 0,2 mm.

5.6.2 Application

L'écran, le cas échéant, doit être appliqué sur le revêtement intérieur dans le cas d'un écran tressé ou à ruban métallique (voir 5.1.2 et 5.1.3).

5.7 Gaine intérieure

5.7.1 Matériau

Le composé de la mise en gaine intérieure et ses désignations doivent être l'un de ceux donnés dans la CEI 60092-350 excepté le PVC de type ST1 qui n'est pas permis.

5.7.2 Application

L'application doit être celle présentée dans la CEI 60092-350, 4.7.2.

5.7.3 Épaisseur de la gaine intérieure

L'épaisseur de la gaine intérieure est donnée en fonction du diamètre intérieur de la gaine considérée, ce diamètre fictif étant calculé par la méthode décrite dans la CEI 60092-350, Annexes A et C.

La formule est la suivante:

a) pour le câble non armé à deux gaines selon 5.1.2 b):

$$t_1 = 0,025 D + 0,6 \text{ mm, avec une épaisseur minimale de } 0,8 \text{ mm}$$

b) pour le câble armé selon 5.1.3 b) et c):

$$t_1 = 0,04 D + 0,8 \text{ mm, avec une épaisseur minimale de } 1,0 \text{ mm pour la construction } 5.1.3 \text{ b) et de } 1,4 \text{ mm pour la construction } 5.1.3 \text{ c)}$$

où

D est le diamètre fictif sous la gaine intérieure.

L'épaisseur en un point doit satisfaire aux exigences énoncées dans 4.7.3 de la CEI 60092-350.

5.8 Armure tressée

5.8.1 Généralités

Dans cette norme sont envisagées seulement les armures en tresse métallique dont les fils sont en cuivre, alliage de cuivre ou acier galvanisé.

Les raccords des fils de la tresse doivent être brasés, torsadés ou entrelacés et la tresse complète ne doit pas être soudée. Celle-ci doit être appliquée d'une manière uniforme.

L'armure peut faire office d'écran métallique collectif (voir 5.6).

NOTE Dans certains pays, il est interdit d'utiliser une armure comme écran métallique collectif pour des raisons légales.

5.8.2 Diamètre du fil de la tresse

Indépendamment du métal employé, le diamètre nominal du fil de la tresse doit être:

0,2 mm au moins pour les câbles dont le diamètre fictif sous tresse est inférieur ou égal à 10 mm;

0,3 mm au moins pour les câbles dont le diamètre fictif sous tresse est supérieur à 10 mm et inférieur ou égal à 30 mm;

0,4 mm au moins pour les câbles dont le diamètre fictif sous tresse est supérieur à 30 mm.

5.8.3 Densité de recouvrement

La densité de recouvrement de la tresse doit être conforme à 4.8.2 de la CEI 60092-350.

NOTE Si l'autre méthode conforme à 4.8.2 de la CEI 60092-350 est utilisée pour évaluer la densité de recouvrement, le diamètre moyen de la tresse est égal au diamètre fictif sous tresse, plus deux fois le diamètre nominal des fils de tresse.

5.8.4 Application de l'armure

L'armure doit être appliquée de sorte qu'elle n'adhère ni au revêtement intérieur, ni à la gaine intérieure, ni à la gaine extérieure.

5.9 Gaine extérieure

5.9.1 Matériau

Le composé de la mise en gaine intérieure et ses désignations doivent être l'un de ceux donnés par la CEI 60092-359 excepté le PVC de type ST1 qui n'est pas permis.

5.9.2 Application

L'application doit être celle présentée dans la CEI 60092-350, 4.9.2.

5.9.3 Épaisseur de la gaine extérieure

L'épaisseur de la gaine extérieure est donnée en fonction du diamètre intérieur de la gaine considérée, ce diamètre fictif étant calculé par la méthode décrite dans la CEI 60092-350, Annexes A et C.

La formule est la suivante: