

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical installations in ships –

Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications

Installations électriques à bord des navires –

Partie 350: Construction générale et méthodes d'essai des câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation des navires et des unités mobiles et fixes en mer

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 29.060.20; 47.020.60

ISBN 978-2-8322-1786-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Construction requirements	16
4.1 General requirements	16
4.1.1 General	16
4.1.2 Voltage designation	16
4.1.3 Cable marking	16
4.1.4 Core identification	17
4.1.5 Halogen-free cables	17
4.2 Conductors	17
4.2.1 Material	17
4.2.2 Metal coating and separator	17
4.2.3 Class and form	18
4.2.4 Resistance	18
4.3 Insulation system	19
4.3.1 Material	19
4.3.2 Application	19
4.3.3 Insulation thickness	19
4.4 Screens	19
4.4.1 Conductor and insulation screens for high-voltage cables	19
4.4.2 Screens (shields) for low voltage cables	20
4.5 Cabling	20
4.5.1 Multi-core cables	20
4.5.2 Multi-unit cables	20
4.6 Inner coverings, fillers and binders	21
4.7 Inner sheath	21
4.7.1 Material	21
4.7.2 Application	21
4.7.3 Thickness of inner sheath	21
4.8 Metal braid armour	21
4.8.1 Material	21
4.8.2 Application	22
4.9 Outer sheath	22
4.9.1 Material	22
4.9.2 Application	22
4.9.3 Thickness of outer sheath	22
5 Test methods	23
5.1 Test conditions	23
5.1.1 Ambient temperature	23
5.1.2 Frequency, waveform and magnitude of power-frequency test voltages	23
5.2 Routine tests	23
5.2.1 General	23
5.2.2 Measurement of the electrical resistance of the conductors	23
5.2.3 Voltage test	24

5.2.4	Partial discharge test	25
6	Sample tests	26
6.1	General	26
6.2	Frequency of sample tests	26
6.3	Repetition of tests	26
6.4	Conductor examination	26
6.5	Measurement of thickness of insulation	27
6.5.1	General	27
6.5.2	Procedure	27
6.5.3	Requirements	27
6.6	Measurements of thickness of non-metallic sheaths	27
6.6.1	General	27
6.6.2	Procedure	27
6.6.3	Requirements	27
6.7	Measurement of external diameter	27
6.8	Hot-set test for insulations and sheaths	27
6.8.1	General procedure	27
6.8.2	Requirements	28
6.9	Insulation resistance test (volume resistivity determination)	28
7	Type tests, electrical	29
7.1	General	29
7.2	Insulation resistance measurement	29
7.2.1	Measurement at ambient temperature	29
7.2.2	Measurement at maximum rated temperature	29
7.3	Increase in a.c. capacitance after immersion in water	30
7.3.1	General	30
7.3.2	Preparation of test specimens	30
7.3.3	Apparatus	30
7.3.4	Procedure	30
7.3.5	Requirements	30
7.4	High-voltage test for 4 h up to 1,8/3 kV	31
7.4.1	General	31
7.4.2	Requirement	31
7.5	Mutual capacitance (control and instrumentation cables only)	31
7.6	Inductance to resistance ratio (control and instrumentation cables only)	31
7.7	High voltage sequence test (cables having a voltage rating higher than 3,6/6 (7,2) kV)	31
7.7.1	General	31
7.7.2	Special provisions	31
7.7.3	Partial discharge test	32
7.7.4	Bending test	32
7.7.5	Tan δ measurement as a function of the voltage	32
7.7.6	Tan δ measurement as a function of the temperature	32
7.7.7	Heating cycle test plus partial discharge test	33
7.7.8	Impulse withstand test, followed by a power-frequency voltage test	33
7.7.9	High-voltage test for 4h	33
8	Type tests, non-electrical	33
8.1	General	33
8.2	Measurement of thickness of insulation	33

8.3	Measurement of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings)	33
8.4	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	34
8.4.1	Sampling	34
8.4.2	Ageing treatments	34
8.4.3	Conditioning and mechanical tests	34
8.4.4	Requirements	34
8.5	Tests for determining the mechanical properties of sheaths before and after ageing	34
8.5.1	Sampling	34
8.5.2	Ageing treatments	34
8.5.3	Conditioning and mechanical tests	34
8.5.4	Requirements	34
8.6	Additional ageing test on pieces of completed cables (compatibility test)	34
8.6.1	General	34
8.6.2	Sampling	35
8.6.3	Ageing treatment	35
8.6.4	Mechanical tests	35
8.6.5	Requirements	35
8.7	Loss of mass test on PVC ST2 sheath	35
8.7.1	Procedure	35
8.7.2	Requirements	35
8.8	Test for the behaviour of PVC ST2 and halogen-free SHF 1 sheaths at high temperature (hot pressure test)	35
8.8.1	Procedure	35
8.8.2	Requirements	35
8.9	Test for the behaviour of PVC sheath ST2 and halogen-free SHF 1 and SHF 2 sheaths at low temperature	35
8.9.1	Procedure	35
8.9.2	Requirements	36
8.10	Special test for low temperature behaviour (when required)	36
8.11	Test of the metal coating of copper wires	36
8.12	Galvanizing test	36
8.13	Test for resistance of PVC ST2 and halogen-free SHF1 sheaths to cracking (heat shock test)	36
8.13.1	Procedure	36
8.13.2	Requirements	36
8.14	Ozone resistance test for insulation and for sheaths	36
8.14.1	Procedure	36
8.14.2	Requirements	36
8.15	Hot oil immersion test and enhanced hot oil immersion test for sheaths	36
8.15.1	Hot oil immersion test	36
8.15.2	Enhanced hot oil immersion test (when required)	37
8.16	Mud drilling fluid test (when required)	37
8.17	Fire tests	37
8.17.1	Flame-spread test on single cables	37
8.17.2	Flame-spread test on bunched cables	37
8.17.3	Smoke emission test	37
8.17.4	Acid gas emission test	37

8.17.5	pH and conductivity test	37
8.17.6	Fluorine content test	37
8.17.7	Fire-resistance test (test for circuit integrity cables)	38
8.18	Determination of hardness for HEPR	38
8.19	Determination of elastic modulus for HEPR	38
8.20	Durability of print	38
Annex A (normative) Fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings		39
A.1	Overview	39
A.2	General	39
A.3	Method	39
A.3.1	Conductors	39
A.3.2	Cores	40
A.3.3	Diameter over laid-up cores	41
A.3.4	Inner coverings	43
A.3.5	Sheath	43
A.3.6	Braid armour	43
Annex B (informative) Recommended minimum spark test voltage levels (according to IEC 62230)		45
B.1	General	45
B.2	Test voltages	45
B.2.1	General	45
B.2.2	Contact electrodes	45
B.2.3	Non-contact electrodes	46
Annex C (normative) Rounding of numbers		47
C.1	Rounding of numbers for the purpose of the fictitious calculation method	47
C.1.1	Rules	47
C.1.2	Illustrations	47
C.2	Rounding of numbers for other purposes	47
Annex D (normative) Calculation of the lower and upper limits for the outer dimensions of cables with circular copper conductors		49
D.1	General	49
D.2	Lower limit for the outer diameter	49
D.3	Upper limit for the outer diameter	49
D.4	Thickness of the mandatory or optional coverings other than the insulation and the sheath(s)	50
Annex E (normative) Cold bend test and impact test for low temperature behaviour		52
E.1	Cold bend test at any specified low temperature	52
E.1.1	Method No. 1	52
E.1.2	Method No. 2	52
E.1.3	Examination and Requirements	53
E.2	Impact test at any specified low temperature	53
E.2.1	Apparatus	53
E.2.2	Procedures	53
E.2.3	Requirements	53
Bibliography		54
Table 1 – Minimum size of conductors		18
Table 2 – Routine test voltage		25

Table 3 – Number of samples according to cable length	26
Table 4 – Tan δ versus voltage	32
Table 5 – Tan δ versus temperature	32
Table 6 – Impulse withstand voltages	33
Table 7 – Test methods and requirements for halogen-free components	38
Table A.1 – Fictitious diameter of conductor	40
Table A.2 – Increase of diameter for concentric conductors and metallic screens made of tape or wire.....	40
Table A.3 – Assembly coefficient k for laid-up	42
Table A.4 – Coefficient c_f	43
Table B.1 – Recommended minimum spark-test voltages for cables having rated voltage (U_0) between 150 V and 1 800 V	45
Table D.1 – Lower and upper limits of circular copper conductors for cables for fixed installations	51
Table E.1 – Details of low temperature bending test	52

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –**Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications**

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 60092-350 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 fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2008 and constitutes a technical revision.

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

- a) reference to IEC 60092-360 for both the insulating and sheathing compounds;
- b) partial discharge tests have been transferred from IEC 60092-354 to align it with IEC 60092-353;
- c) requirements for oil and drilling-fluid resistance (former Annexes F and G) have been transferred to IEC 60092-360;

- d) requirements for cold bending and shocks have been improved;
- e) the document reflects the changes of material types that have been introduced during the development of IEC 60092-353 and IEC 60092-360.

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

FDIS	Report on voting
18A/374/FDIS	18A/378/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.

The 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 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications

1 Scope

This part of IEC 60092 provides the general constructional requirements and test methods for use in the manufacture of electric power, control and instrumentation cables with copper conductors intended for fixed electrical systems at voltages up to and including 18/30(36) kV on board ships and offshore (mobile and fixed) units.

The reference to fixed systems includes those that are subjected to vibration (due to the movement of the ship or installation) or movement (due to motion of the ship or installation) and not to those that are intended for frequent flexing. Cables suitable for frequent or continual flexing use are detailed in other IEC standards, for example IEC 60227 and IEC 60245, and their uses are restricted to those situations which do not directly involve exposure to a marine environment, for example, portable tools and domestic appliances.

The following types of cables are not included:

- optical fibre;
- sub-sea and umbilical cables;
- data and communication cables;
- coaxial cables.

2 Normative references

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

IEC 60050-461, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 461: Electric cables*

IEC 60092-353, *Electrical installations in ships – Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV*

IEC 60092-360:2014, *Electrical installations in ships – Part 360: Insulating and sheathing materials for shipboard and offshore units, power, control, instrumentation, telecommunication and data cables*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60230, *Impulse tests on cables and their accessories*

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

IEC 60331-21, *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, *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, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category A*

IEC 60684-2, *Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test*

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

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-404, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 404: Miscellaneous tests – Mineral oil immersion tests for sheaths*

IEC 60811-409, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 409: Miscellaneous tests – Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 60811-504, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Bending tests at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*

IEC 60811-508, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths*

IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*

IEC 60885-2, *Electrical test methods for electric cables. Part 2: Partial discharge tests*

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

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

ISO 7989-2:2007, *Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part 2: Zinc or zinc-alloy coating*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
1 Domaine d'application	63
2 Références normatives	63
3 Termes et définitions	65
4 Exigences de construction	70
4.1 Exigences générales	70
4.1.1 Généralités	70
4.1.2 Désignation de la tension	70
4.1.3 Marquage des câbles	71
4.1.4 Identification des âmes	71
4.1.5 Câbles sans halogène	72
4.2 Conducteurs	72
4.2.1 Matériau	72
4.2.2 Revêtement métallique et séparateur	72
4.2.3 Classe et forme	72
4.2.4 Résistance	73
4.3 Système d'isolation	73
4.3.1 Matériau	73
4.3.2 Application	74
4.3.3 Épaisseur de l'enveloppe isolante	74
4.4 Écrans	74
4.4.1 Écran conducteur et écran isolant pour les câbles haute tension	74
4.4.2 Écrans (blindages) pour les câbles basse tension	75
4.5 Assemblage	75
4.5.1 Câbles multiconducteurs	75
4.5.2 Câbles multiunités	75
4.6 Revêtements d'assemblage, bourrages et rubans de maintien	75
4.7 Gaine interne	76
4.7.1 Matériau	76
4.7.2 Application	76
4.7.3 Épaisseur de la gaine interne	76
4.8 Armure tressée métallique	76
4.8.1 Matériau	76
4.8.2 Application	77
4.9 Gaine extérieure	77
4.9.1 Matériau	77
4.9.2 Application	77
4.9.3 Épaisseur de la gaine extérieure	77
5 Méthodes d'essai	78
5.1 Conditions d'essai	78
5.1.1 Température ambiante	78
5.1.2 Fréquence, forme d'onde et amplitude des tensions d'essai à fréquence industrielle	78
5.2 Essais individuels	78
5.2.1 Généralités	78
5.2.2 Mesurage de la résistance électrique des conducteurs	78

5.2.3	Essai de tension	79
5.2.4	Essai de décharges partielles	81
6	Essais sur échantillon	81
6.1	Généralités	81
6.2	Fréquence des essais sur échantillon	81
6.3	Répétition des essais	81
6.4	Examen des conducteurs	82
6.5	Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	82
6.5.1	Généralités	82
6.5.2	Procédure	82
6.5.3	Exigences	82
6.6	Mesurages de l'épaisseur des gaines non métalliques	82
6.6.1	Généralités	82
6.6.2	Procédure	82
6.6.3	Exigences	82
6.7	Mesurage du diamètre extérieur	83
6.8	Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes et les gaines	83
6.8.1	Procédure générale	83
6.8.2	Exigences	83
6.9	Essai de résistance d'isolement (détermination de la résistivité transversale)	83
7	Essais de type (électriques)	84
7.1	Généralités	84
7.2	Mesurage de la résistance d'isolement	84
7.2.1	Mesurage à la température ambiante	84
7.2.2	Mesurage à la température assignée maximale	85
7.3	Augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau	85
7.3.1	Généralités	85
7.3.2	Préparation des échantillons d'essai	85
7.3.3	Matériel	85
7.3.4	Procédure	85
7.3.5	Exigences	86
7.4	Essai à haute tension pendant 4 h à une tension maximale de 1,8/3 kV	86
7.4.1	Généralités	86
7.4.2	Exigence	86
7.5	Capacité mutuelle (câbles de commande et d'instrumentation seulement)	86
7.6	Rapport inductance sur résistance (câbles de commande et d'instrumentation seulement)	86
7.7	Séquence d'essai à haute tension (câbles possédant une tension assignée supérieure à 3,6/6 (7,2) kV)	86
7.7.1	Généralités	86
7.7.2	Dispositions particulières	87
7.7.3	Essai de décharges partielles	87
7.7.4	Essai de flexion	87
7.7.5	Mesurage de $\tan \delta$ en fonction de la tension	87
7.7.6	Mesurage de $\tan \delta$ en fonction de la température	88
7.7.7	Essai cyclique de chauffage plus essai de décharges partielles	88
7.7.8	Essai de tenue aux chocs, suivi d'un essai de tension à fréquence industrielle	88

7.7.9	Essai à haute tension pendant 4 h	89
8	Essais de type (non électriques)	89
8.1	Généralités	89
8.2	Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	89
8.3	Mesurage de l'épaisseur des gaines non métalliques (hors revêtements d'assemblage)	89
8.4	Essais pour la détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	89
8.4.1	Échantillonnage	89
8.4.2	Traitements de vieillissement	89
8.4.3	Conditionnement et essais mécaniques	90
8.4.4	Exigences	90
8.5	Essais pour la détermination des propriétés mécaniques des gaines avant et après vieillissement	90
8.5.1	Échantillonnage	90
8.5.2	Traitements de vieillissement	90
8.5.3	Conditionnement et essais mécaniques	90
8.5.4	Exigences	90
8.6	Essai de vieillissement supplémentaire sur éprouvettes de câbles complets (essai de compatibilité)	90
8.6.1	Généralités	90
8.6.2	Échantillonnage	90
8.6.3	Traitement de vieillissement	90
8.6.4	Essais mécaniques	91
8.6.5	Exigences	91
8.7	Essai de perte de masse sur une gaine PVC ST2	91
8.7.1	Procédure	91
8.7.2	Exigences	91
8.8	Essai de comportement à haute température d'une gaine PVC ST2 et d'une gaine SHF 1 sans halogène (essai de pression à chaud)	91
8.8.1	Procédure	91
8.8.2	Exigences	91
8.9	Essai de comportement à basse température d'une gaine PVC ST2 et de gaines SHF 1 et SHF 2 sans halogène	91
8.9.1	Procédure	91
8.9.2	Exigences	91
8.10	Essai particulier pour le comportement à basse température (si exigé)	91
8.11	Essai du revêtement métallique des fils de cuivre	92
8.12	Essai de galvanisation	92
8.13	Essai de résistance à la fissuration d'une gaine PVC ST2 et d'une gaine SHF 1 sans halogène (essai de choc thermique)	92
8.13.1	Procédure	92
8.13.2	Exigences	92
8.14	Essai de résistance à l'ozone pour les enveloppes isolantes et les gaines	92
8.14.1	Procédure	92
8.14.2	Exigences	92
8.15	Essai d'immersion dans l'huile chaude et essai d'immersion dans l'huile chaude amélioré pour les gaines	92
8.15.1	Essai d'immersion dans l'huile chaude	92
8.15.2	Essai d'immersion dans l'huile chaude amélioré (si exigé)	92

8.16	Essai d'immersion dans les boues de forage (si exigé)	92
8.17	Essais au feu	93
8.17.1	Essai de propagation de la flamme sur câbles simples	93
8.17.2	Essai de propagation de la flamme sur câbles montés en nappe	93
8.17.3	Essai d'émission de fumée	93
8.17.4	Essai d'émission de gaz acides	93
8.17.5	Essai de mesurage du pH et essai de conductivité	93
8.17.6	Essai de teneur en fluor	93
8.17.7	Essai de résistance au feu (intégrité des circuits des câbles)	94
8.18	Détermination de la dureté de l'isolation HEPR	94
8.19	Détermination du module d'élasticité de l'isolation HEPR	94
8.20	Durabilité de l'impression	94
Annexe A (normative) Méthode de calcul fictif des dimensions des revêtements de protection		95
A.1	Vue d'ensemble	95
A.2	Généralités	95
A.3	Méthode	95
A.3.1	Conducteurs	95
A.3.2	Âmes	96
A.3.3	Diamètre sur âmes toronnées	97
A.3.4	Revêtements d'assemblage	99
A.3.5	Gaine	99
A.3.6	Armure tressée	99
Annexe B (informative) Niveaux de tension d'essai au défilement minimums recommandés (selon l'IEC 62230)		101
B.1	Généralités	101
B.2	Tensions d'essai	101
B.2.1	Généralités	101
B.2.2	Électrodes de contact	101
B.2.3	Électrodes sans contact	102
Annexe C (normative) Arrondi des nombres		103
C.1	Arrondi des nombres aux fins de la méthode de calcul fictif	103
C.1.1	Règles	103
C.1.2	Illustrations	103
C.2	Arrondi des nombres à d'autres fins	103
Annexe D (normative) Calcul des limites inférieure et supérieure des dimensions extérieures pour les câbles à conducteurs en cuivre circulaires		105
D.1	Généralités	105
D.2	Limite inférieure du diamètre extérieur	105
D.3	Limite supérieure du diamètre extérieur	105
D.4	Épaisseur des revêtements obligatoires ou facultatifs autres que les enveloppes isolantes et les gaines	106
Annexe E (normative) Essai de flexion et essai de choc à froid pour le comportement à basse température		108
E.1	Essai de flexion à froid à la température basse spécifiée	108
E.1.1	Méthode n° 1	108
E.1.2	Méthode n° 2	108
E.1.3	Examen et exigences	109
E.2	Essai de choc à la température basse spécifiée	109

E.2.1	Matériel	109
E.2.2	Procédures	109
E.2.3	Exigences	109
Bibliographie		110
Tableau 1 – Taille minimale des conducteurs		73
Tableau 2 – Tension d'essai pour les essais individuels		80
Tableau 3 – Nombre d'échantillons selon la longueur de câble		81
Tableau 4 – Tan δ par rapport à la tension		88
Tableau 5 – Tan δ par rapport à la température		88
Tableau 6 – Tensions de tenue aux chocs		89
Tableau 7 – Méthodes d'essai et exigences relatives aux constituants sans halogène		94
Tableau A.1 – Diamètre fictif du conducteur		96
Tableau A.2 – Augmentation du diamètre pour les conducteurs concentriques et les écrans métalliques composés de ruban ou de fil		96
Tableau A.3 – Coefficient d'assemblage k pour âmes toronnées		98
Tableau A.4 – Coefficient c_f		99
Tableau B.1 – Tensions d'essai au défilement minimales recommandées pour les câbles de tension assignée (U_0) comprise entre 150 V et 1 800 V		101
Tableau D.1 – Limites inférieure et supérieure des conducteurs en cuivre circulaires pour les câbles destinés à des installations fixes		107
Tableau E.1 – Détails de l'essai de flexion à basse température		108

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

**Partie 350: Construction générale et méthodes d'essai
des câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation
des navires et des unités mobiles et fixes en mer**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60092-350 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 l'IEC: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) il est fait référence à l'IEC 60092-360 pour les mélanges d'isolation et de gainage;

- b) les essais de décharges partielles ont été transférés à partir de l'IEC 60092-354 pour l'aligner avec l'IEC 60092-353;
- c) les exigences relatives à la résistance des huiles et des boues de forage (anciennes Annexes F et G) ont été transférées vers l'IEC 60092-360;
- d) les exigences relatives au cintrage à froid et aux chocs thermiques froids ont été améliorées;
- e) le document reflète les modifications des types de matériaux qui ont été introduites lors de l'élaboration de l'IEC 60092-353 et de l'IEC 60092-360.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18A/374/FDIS	18A/378/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/IEC, Partie 2.

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 l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 350: Construction générale et méthodes d'essai des câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation des navires et des unités mobiles et fixes en mer

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60092 fournit les exigences de construction générale et les méthodes d'essai à utiliser lors de la fabrication de câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation à conducteurs en cuivre destinés à la connexion de systèmes électriques fixes à une tension au plus égale à 18/30(36) kV à bord des navires et des unités en mer (mobiles et fixes).

Les installations fixes incluent les systèmes qui sont soumis à des vibrations (sous l'action du mouvement du navire ou de l'installation) ou des mouvements (sous l'action du déplacement du navire ou de l'installation), mais pas ceux qui sont prévus pour subir des flexions fréquentes. Les câbles prévus pour des flexions fréquentes ou continues sont détaillés dans d'autres normes IEC (par exemple, IEC 60227 et IEC 60245), et leurs utilisations se limitent aux situations n'impliquant pas directement une exposition à un environnement marin (par exemple, outils portatifs et appareils domestiques).

Les types de câbles suivants ne sont pas inclus:

- câbles à fibres optiques;
- câbles sous-marins et ombilicaux;
- câbles de données et câbles de communication;
- câbles coaxiaux.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-461, Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 461: Câbles électriques

IEC 60092-353, *Installations électriques à bord des navires – Partie 353: Câbles d'énergie pour les tensions assignées 1 kV et 3 kV*

IEC 60092-360:2014, *Installations électriques à bord des navires – Partie 360: Matériaux d'isolation et de gainage pour câbles d'alimentation, de commande, d'instrumentation et de télécommunications d'unités installées à bord des navires et en mer*

IEC 60228, *Ames des câbles isolés*

IEC 60230, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*

IEC 60331-1, *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*

IEC 60331-2, *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*

IEC 60331-11, *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*

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

IEC 60332-1-2, *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*

IEC 60332-3-22, *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*

IEC 60684-2, *Gaines isolantes souples – Partie 2: Méthodes d'essai*

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

IEC 60754-2, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-403, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 403: Essais divers – Essai de résistance à l'ozone sur les mélanges réticulés*

IEC 60811-404, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 404: Essais divers – Essais de résistance à l'huile minérale pour les gaines*

IEC 60811-409, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 409: Essais divers – Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines thermoplastiques*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-504, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 505: Essais mécaniques – Essai d'enroulement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-505, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 505: Essais mécaniques – Essai d'allongement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-506, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 505: Essais mécaniques – Essai de choc à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-507, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 507: Essais mécaniques – Essai d'allongement à chaud pour les matériaux réticulés*

IEC 60811-508, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-509, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 509: Essais mécaniques – Essai de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines (essai de choc thermique)*

IEC 60885-2, *Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques. Partie 2: Essais de décharges partielles*

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

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

ISO 7989-2:2007, *Fils et produits tréfilés en acier – Revêtements métalliques non ferreux sur fils d'acier – Partie 2: Revêtements de zinc ou d'alliages de zinc*