



IEC 60092-350

Edition 5.0 2020-01

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

ICS 29.060.20; 47.020.60

ISBN 978-2-8322-8152-9

**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
3.31 tests	15
4 Constructional 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
4.9.4 Calculation of lower and upper limits for the outer dimensions of cables	23
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 AC 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 for cables rated 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 4 h	33
8	Type tests (non-electrical)	33

8.1	General.....	33
8.2	Measurement of thickness of insulation.....	34
8.3	Measurement of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings).....	34
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)	35
8.6.1	General	35
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 ST 2 sheath	35
8.7.1	Procedure.....	35
8.7.2	Requirements	35
8.8	Test for the behaviour of PVC ST 2 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 ST 2 and halogen-free SHF 1 and SHF 2 sheaths at low temperature	36
8.9.1	Procedure.....	36
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 ST 2 and halogen-free SHF 1 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	37
8.15.1	Hot oil immersion test	37
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.....	38
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.....	42
A.3.4	Inner coverings.....	44
A.3.5	Sheath.....	44
A.3.6	Braid armour.....	44
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		48
D.1	General.....	48
D.2	Lower limit for the outer diameter.....	48
D.3	Upper limit for the outer diameter.....	48
D.4	Thickness of the mandatory or optional coverings other than the insulation and the sheath(s).....	49
Annex E (normative) Cold bend test and impact test for low temperature behaviour.....		50
E.1	Cold bend test at any specified low temperature	50
E.1.1	Method no. 1	50
E.1.2	Method no. 2	50
E.1.3	Examination and requirements.....	51
E.2	Impact test at any specified low temperature.....	51
E.2.1	Apparatus	51
E.2.2	Procedures	51
E.2.3	Requirements	51
Bibliography.....		52

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	33
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	49
Table E.1 – Details of low temperature bending test	50

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 fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2014 and constitutes a technical revision.

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

- a) more detailed description of the test procedures in 7.7.6 and 7.7.7;
- b) description of the relationship between Annex A and Annex D.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
18A/420/CDV	18A/423/RVC

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

This document 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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 (all parts) and IEC 60245 (all parts), 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 are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-461, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 461: Electric cables* (available at www.electropedia.org)

IEC 60092-360:2014, *Electrical installations in ships – Part 360: Insulating and sheathing materials for shipboard and offshore units, power, control, instrumentation and telecommunication 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 and optical fibre 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 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*

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	59
1 Domaine d'application	61
2 Références normatives	61
3 Termes et définitions	63
3.31 essais	68
4 Exigences de construction	68
4.1 Exigences générales	68
4.1.1 Généralités	68
4.1.2 Désignation de la tension	68
4.1.3 Marquage des câbles	68
4.1.4 Identification des conducteurs	69
4.1.5 Câbles sans halogène	70
4.2 Âmes	70
4.2.1 Matériau	70
4.2.2 Revêtement métallique et séparateur	70
4.2.3 Classe et forme	70
4.2.4 Résistance	71
4.3 Système isolant	71
4.3.1 Matériau	71
4.3.2 Application	71
4.3.3 Épaisseur de l'enveloppe isolante	71
4.4 Ecrans	72
4.4.1 Ecrans sur âme et sur enveloppe isolante pour les câbles haute tension	72
4.4.2 Ecrans (blindages) pour les câbles basse tension	72
4.5 Assemblage	73
4.5.1 Câbles multipolaires	73
4.5.2 Câbles à unités multiples	73
4.6 Revêtements d'assemblage, bourrages et rubans de maintien	73
4.7 Gaine interne	74
4.7.1 Matériau	74
4.7.2 Application	74
4.7.3 Épaisseur de la gaine interne	74
4.8 Armure tressée métallique	74
4.8.1 Matériau	74
4.8.2 Application	74
4.9 Gaine externe	75
4.9.1 Matériau	75
4.9.2 Application	75
4.9.3 Épaisseur de la gaine externe	75
4.9.4 Calcul des limites inférieure et supérieure des dimensions extérieures des câbles	75
5 Méthodes d'essai	75
5.1 Conditions d'essai	75
5.1.1 Température ambiante	75
5.1.2 Fréquence, forme d'onde et amplitude des tensions d'essai à fréquence industrielle	76

5.2	Essais individuels de série	76
5.2.1	Généralités	76
5.2.2	Mesurage de la résistance électrique des âmes	76
5.2.3	Essai de tension	76
5.2.4	Essai de décharges partielles	79
6	Essais sur échantillon	79
6.1	Généralités	79
6.2	Fréquence des essais sur échantillon	79
6.3	Répétition des essais	80
6.4	Examen des âmes	80
6.5	Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	80
6.5.1	Généralités	80
6.5.2	Procédure	80
6.5.3	Exigences	80
6.6	Mesurages de l'épaisseur des gaines non métalliques	80
6.6.1	Généralités	80
6.6.2	Procédure	80
6.6.3	Exigences	80
6.7	Mesurage du diamètre extérieur	81
6.8	Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes et les gaines	81
6.8.1	Procédure générale	81
6.8.2	Exigences	81
6.9	Essai de résistance d'isolement (détermination de la résistivité volumique)	81
7	Essais de type (électriques)	82
7.1	Généralités	82
7.2	Mesurage de la résistance d'isolement	82
7.2.1	Mesurage à la température ambiante	82
7.2.2	Mesurage à la température assignée maximale	83
7.3	Augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau	83
7.3.1	Généralités	83
7.3.2	Préparation des éprouvettes	83
7.3.3	Matériel	83
7.3.4	Procédure	83
7.3.5	Exigences	84
7.4	Essai à haute tension pendant 4 h pour des câbles assignés jusqu'à 1,8/3 kV	84
7.4.1	Généralités	84
7.4.2	Exigence	84
7.5	Capacité mutuelle (câbles de commande et d'instrumentation seulement)	84
7.6	Rapport inductance sur résistance (câbles de commande et d'instrumentation seulement)	84
7.7	Séquence d'essai à haute tension (câbles possédant une tension assignée supérieure à 3,6/6 (7,2) kV)	84
7.7.1	Généralités	84
7.7.2	Dispositions particulières	85
7.7.3	Essai de décharges partielles	85
7.7.4	Essai de flexion	85
7.7.5	Mesurage de $\tan \delta$ en fonction de la tension	85
7.7.6	Mesurage de $\tan \delta$ en fonction de la température	86

7.7.7	Essai cyclique de chauffage plus essai de décharges partielles.....	86
7.7.8	Essai de tenue aux chocs, suivi d'un essai de tension à fréquence industrielle.....	86
7.7.9	Essai à haute tension pendant 4 h.....	87
8	Essais de type (non électriques).....	87
8.1	Généralités.....	87
8.2	Mesurage de l'épaisseur de l'enveloppe isolante.....	87
8.3	Mesurage de l'épaisseur des gaines non métalliques (hors revêtements d'assemblage).....	87
8.4	Essais pour la détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement.....	87
8.4.1	Échantillonnage.....	87
8.4.2	Traitements de vieillissement.....	87
8.4.3	Conditionnement et essais mécaniques.....	88
8.4.4	Exigences.....	88
8.5	Essais pour la détermination des propriétés mécaniques des gaines avant et après vieillissement.....	88
8.5.1	Echantillonnage.....	88
8.5.2	Traitements de vieillissement.....	88
8.5.3	Conditionnement et essais mécaniques.....	88
8.5.4	Exigences.....	88
8.6	Essai de vieillissement supplémentaire sur éprouvettes de câbles complets (essai de compatibilité).....	88
8.6.1	Généralités.....	88
8.6.2	Échantillonnage.....	88
8.6.3	Traitement de vieillissement.....	88
8.6.4	Essais mécaniques.....	89
8.6.5	Exigences.....	89
8.7	Essai de perte de masse sur une gaine PVC ST 2.....	89
8.7.1	Procédure.....	89
8.7.2	Exigences.....	89
8.8	Essai de comportement à haute température d'une gaine PVC ST 2 et d'une gaine SHF 1 sans halogène (essai de pression à chaud).....	89
8.8.1	Procédure.....	89
8.8.2	Exigences.....	89
8.9	Essai de comportement à basse température d'une gaine PVC ST 2 et de gaines SHF 1 et SHF 2 sans halogène.....	89
8.9.1	Procédure.....	89
8.9.2	Exigences.....	89
8.10	Essai particulier pour le comportement à basse température (si exigé).....	89
8.11	Essai du revêtement métallique des fils de cuivre.....	90
8.12	Essai de galvanisation.....	90
8.13	Essai de résistance à la fissuration d'une gaine PVC ST 2 et d'une gaine SHF 1 sans halogène (essai de choc thermique).....	90
8.13.1	Procédure.....	90
8.13.2	Exigences.....	90
8.14	Essai de résistance à l'ozone pour les enveloppes isolantes et les gaines.....	90
8.14.1	Procédure.....	90
8.14.2	Exigences.....	90
8.15	Essai d'immersion dans l'huile chaude et essai d'immersion dans l'huile chaude amélioré pour les gaines.....	90

8.15.1	Essai d'immersion dans l'huile chaude.....	90
8.15.2	Essai d'immersion dans l'huile chaude amélioré (si exigé)	91
8.16	Essai d'immersion dans les boues de forage (si exigé)	91
8.17	Essais au feu	91
8.17.1	Essai de propagation de la flamme sur câbles simples	91
8.17.2	Essai de propagation de la flamme sur câbles montés en nappe	91
8.17.3	Essai d'émission de fumées.....	91
8.17.4	Essai d'émission de gaz acide	91
8.17.5	Essai de mesurage du pH et essai de conductivité	91
8.17.6	Essai de teneur en fluor.....	91
8.17.7	Essai de résistance au feu (essai d'intégrité des circuits des câbles).....	92
8.18	Détermination de la dureté de l'isolant HEPR.....	92
8.19	Détermination du module d'élasticité de l'isolant HEPR.....	92
8.20	Indélébilité de la gravure.....	92
Annexe A (normative) Méthode de calcul fictif pour la détermination des dimensions des revêtements de protection		93
A.1	Vue d'ensemble	93
A.2	Généralités	93
A.3	Méthode.....	93
A.3.1	Ames	93
A.3.2	Conducteurs	94
A.3.3	Diamètre sur conducteurs toronnés	96
A.3.4	Revêtements d'assemblage	98
A.3.5	Gaine	98
A.3.6	Armure tressée.....	98
Annexe B (informative) Niveaux de tension d'essai au défilement minimaux recommandés (selon l'IEC 62230)		99
B.1	Généralités	99
B.2	Tensions d'essai	99
B.2.1	Généralités	99
B.2.2	Electrodes de contact	99
B.2.3	Electrodes sans contact.....	100
Annexe C (normative) Arrondi des nombres.....		101
C.1	Arrondi des nombres aux fins de la méthode de calcul fictif	101
C.1.1	Règles	101
C.1.2	Illustrations.....	101
C.2	Arrondi des nombres à d'autres fins	101
Annexe D (normative) Calcul des limites inférieure et supérieure des dimensions extérieures pour les câbles à âme en cuivre circulaires		102
D.1	Généralités	102
D.2	Limite inférieure du diamètre extérieur	102
D.3	Limite supérieure du diamètre extérieur	102
D.4	Epaisseur des revêtements obligatoires ou facultatifs autres que les enveloppes isolantes et les gaines.....	103
Annexe E (normative) Essai de flexion et essai de choc à froid pour le comportement à basse température		105
E.1	Essai de flexion à froid à la température basse spécifiée	105
E.1.1	Méthode n° 1	105
E.1.2	Méthode n° 2.....	105

E.1.3	Examen et exigences.....	106
E.2	Essai de choc à la température basse spécifiée.....	106
E.2.1	Matériel.....	106
E.2.2	Procédures.....	106
E.2.3	Exigences.....	106
	Bibliographie.....	107
	Tableau 1 – Taille minimale des âmes.....	70
	Tableau 2 – Tension d'essai pour les essais individuels de série.....	78
	Tableau 3 – Nombre d'échantillons selon la longueur de câble.....	79
	Tableau 4 – Tan δ en fonction de la tension.....	86
	Tableau 5 – Tan δ en fonction de la température.....	86
	Tableau 6 – Tensions de tenue aux chocs.....	87
	Tableau 7 – Méthodes d'essai et exigences relatives aux constituants sans halogène.....	92
	Tableau A.1 – Diamètre fictif de l'âme.....	94
	Tableau A.2 – Augmentation du diamètre pour les âmes concentriques et les écrans métalliques constitués de ruban ou de fil.....	94
	Tableau A.3 – Coefficient d'assemblage k pour conducteurs toronnés.....	96
	Tableau A.4 – Coefficient c_f	97
	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.....	99
	Tableau D.1 – Limites inférieure et supérieure des âmes en cuivre circulaires pour les câbles destinés à des installations fixes.....	104
	Tableau E.1 – Détails de l'essai de flexion à basse température.....	105

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 de l'IEC 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 cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) description plus détaillée des procédures d'essai données en 7.7.6 et 7.7.7;

- b) description de la relation entre l'Annexe A et l'Annexe D;
- c) modifications rédactionnelles.

La présente version bilingue (2020-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-01.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60092, publiées sous le titre général *Installations électriques à bord des navires*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 générales de construction et les méthodes d'essai à utiliser lors de la fabrication des câbles d'énergie, de commande et d'instrumentation à âmes en cuivre destinés à la connexion de systèmes électriques fixes à une tension au plus égale à 18/30(36) kV installés 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 subir des flexions fréquentes ou continues sont décrits dans d'autres normes IEC (IEC 60227 (toutes les parties) et IEC 60245 (toutes les parties), par exemple), et leurs utilisations se limitent à celles n'impliquant pas directement une exposition à un environnement marin (outils portatifs et appareils domestiques, par exemple).

Les types de câbles suivants ne sont pas couverts:

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

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60050-461, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 461: Câbles électriques* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60092-360:2014, *Installations électriques à bord des navires – Partie 360: Matériaux d'isolation et de gainage des câbles d'alimentation, de commande, d'instrumentation et de télécommunication installés à bord des navires et des unités 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 pour 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 pour 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 et à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-22: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés 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 des 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 60885-3, *Méthode d'essais électriques pour les câbles électriques – Partie 3: Méthodes d'essais pour la mesure des décharges partielles sur des longueurs de câbles de puissance extrudés*

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

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*