IEC 60840

Edition 5.0 2020-05
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (U_m = 36 kV) up to 150 kV (U_m = 170 kV) – Test methods and requirements

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-8381-3

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD 8
INTRODUCTION 10
1 Scope 12
2 Normative references 12
3 Terms and definitions 15
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.) 15
3.2 Definitions concerning tests 15
3.3 Other definitions 16
4 Voltage designations, materials and rounding of numbers 17
4.1 Rated voltages 17
4.2 Cable insulating ~~materials~~ compounds 17
4.3 Cable metal screens/sheaths 17
4.4 Cable oversheathing ~~materials~~ compounds 18
4.5 Rounding of numbers 18
5 Precautions against water penetration in cables 18
6 Cable characteristics 19
7 Accessories characteristics 20
7.1 Gas immersed cable terminations 20
7.2 Composite insulators for outdoor cable terminations 20
7.3 Accessory characteristics to be declared 20
8 Test conditions 21
8.1 Ambient temperature 21
~~8.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages~~ .....
8.2 High voltage tests 21
8.3 Waveform of lightning impulse test voltages 21
8.4 Relationship of test voltages to rated voltages 21
8.5 Determination of the cable conductor temperature 22
9 Routine tests on cables and ~~on the main insulation of prefabricated~~ accessories 22
9.1 General 22
9.2 Partial discharge test 22
9.3 Voltage test 23
9.4 Electrical test on oversheath of the cable 23
10 Sample tests on cables 23
10.1 General 23
10.2 Frequency of tests 23
10.3 Repetition of tests 23
10.4 Conductor examination 24
10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen 24
10.6 Measurement of thickness of cable insulation and oversheath 24
10.6.1 General 24
10.6.2 Requirements for the insulation 25
10.6.3 Requirements for the cable oversheath 25
10.7 Measurement of thickness of metal sheath 25
10.7.1 General 25
10.7.2 Lead or lead alloy sheath 26

10.7.3 ~~Plain or corrugated~~ Copper or aluminium sheath 26
10.7.4 Metal tape for CD design 27
10.8 Measurement of diameters 27
10.9 Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations 27
10.9.1 Procedure 27
10.9.2 Requirements 27
10.10 Measurement of capacitance 27
10.11 Measurement of density of HDPE insulation 27
10.11.1 Procedure 27
10.11.2 Requirements 27
10.12 Lightning impulse voltage test 27
10.13 Water penetration test 28
10.14 Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 28
11 Sample tests on accessories 28
11.1 Tests on components of accessory 28
11.2 Tests on complete accessory 28
12 Type tests on cable systems 29
12.1 General 29
12.2 Range of type approval 29
12.3 Summary of type tests 31
12.4 Electrical type tests on ~~complete~~ cable systems 31
12.4.1 Test voltage values 31
12.4.2 Tests and sequence of tests 32
12.4.3 Bending test 32
12.4.4 Partial discharge tests 33
12.4.5 Tan δ measurement 34
12.4.6 Heating cycle voltage test 34
12.4.7 Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test 35
12.4.8 Examination 35
12.4.9 Resistivity of semi-conducting screens 35
12.5 Non-electrical type tests on cable components and on complete cable 36
12.5.1 General 36
12.5.2 Check of cable construction 36
12.5.3 Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing 36
12.5.4 Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing 37
12.5.5 Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials 37
12.5.6 Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST_2 38
12.5.7 Pressure test at high temperature on oversheaths 38
12.5.8 Test on PVC oversheaths (ST_1, ST_2) and LSHF oversheaths (ST_{12}) at low temperature 39
12.5.9 Heat shock test for PVC oversheaths (ST_1 and ST_2) 39
12.5.10 Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations 39
12.5.11 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations 39
12.5.12 Measurement of density of HDPE insulation 40

12.5.13 Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST_3 and ST_7) 40
12.5.14 Test under fire conditions 40
12.5.15 Water penetration test 41
12.5.16 Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 41
12.5.17 Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations 41
12.5.18 Shrinkage test for PE oversheaths (ST_3, ST_7) and LSHF oversheaths (ST_{12}) 42
12.5.19 Determination of hardness of HEPR insulation 42
12.5.20 Determination of the elastic modulus of HEPR insulation 42
13 Prequalification test of the cable system 42
13.1 General and range of prequalification test approval 42
13.2 Prequalification test on complete system 43
13.2.1 Summary of prequalification tests 43
13.2.2 Test voltage values 44
13.2.3 Test arrangement 44
13.2.4 Heating cycle voltage test 45
13.2.5 Lightning impulse voltage test 46
13.2.6 Examination 46
13.3 Tests for the extension of the prequalification of a cable system 46
13.3.1 Summary of the extension of prequalification test 46
13.3.2 Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cable system 46
14 Type tests on cables 48
14.1 General 48
14.2 Range of type approval 49
14.3 Summary of type tests 49
14.4 Electrical type tests on completed cables 50
15 Type tests on accessories 50
15.1 General 50
15.2 Range of type approval 50
15.3 Summary of type tests 51
15.4 Electrical type tests on accessories 52
15.4.1 Test voltage values 52
15.4.2 Tests and sequence of tests 52
16 Electrical tests after installation 52
16.1 General 52
16.2 DC voltage test of the oversheath 52
16.3 AC voltage test of the insulation 53
Annex A (informative) Determination of the cable conductor temperature 66
A.1 Purpose 66
A.2 Calibration of the temperature of the main test loop 66
A.2.1 General 66
A.2.2 Installation of cable and temperature sensors 66
A.2.3 Calibration method 68
A.3 Heating for the test 68
A.3.1 Method 1 – Test using a reference cable 68

A.3.2 Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature 69
Annex B (normative) Rounding of numbers 71
Annex C (informative) List of type, prequalification and extension of prequalification tests for cable systems, cables and accessories 72
Annex D (normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens 75
Annex E (normative) Water penetration test 78
E.1 Test piece 78
E.2 Test 78
E.3 Requirements 79
Annex F (normative) Test for water penetration in the conductor 83
F.1 Test piece 83
F.2 Test 83
F.3 Requirements 83
Annex G (normative) Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 87
G.1 Visual examination 87
G.2 Adhesion and peel strength 87
G.2.1 General 87
G.2.2 Test: Adhesion strength 87
G.2.3 Test: Peel strength of overlapped metal foil 88
G.2.4 Requirements 89
Annex H (normative) Additional tests for accessories 91
H.1 General 91
H.2 Range of approval 92
H.2.1 Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption 92
H.2.2 Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption 92
H.2.3 Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or earth connection 92
H.2.4 Range of approval for terminations with sectionalizing insulation 93
H.3 Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 93
H.3.1 Water immersion 93
H.3.2 Electrical tests 93
H.4 Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation 95
H.4.1 DC voltage withstand test between screen and earth 95
H.4.2 Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth 95
H.5 Examination 95
H.6 Tests for composite insulators for outdoor terminations 96
H.6.1 General 96
H.6.2 Internal pressure test 96
H.6.3 Cantilever load test 96
Annex I (normative) Determination of hardness of HEPR insulations 97
I.1 Test piece 97
I.2 Test procedure 97
I.2.1 General 97
I.2.2 Surfaces of large radius of curvature 97
I.2.3 Surfaces of small radius of curvature 97
I.2.4 Conditioning and test temperature 97

I.2.5 Number of measurements 98
Annex J (informative) Guidance on examination of cable and accessories 99
Annex K (normative) Methods of determining the weighted value of the cable for measurement of halogen content 100
K.1 Calculating the weighted value of the cable when the halogen content of individual materials is tested 100
K.2 Preparation of the test sample for measurement of halogen content on a sample representative of the cable construction 100
Bibliography 101

Figure 1 – Example of the test arrangement for the prequalification test 45
Figure 2 – Example of extension of prequalification test arrangement for the prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible installation 47
Figure A.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop 67
Figure A.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop 68
Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens 77
Figure E.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test 79
Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the conductor 84
Figure G.1 – Adhesion of metal tape or foil 88
Figure G.2 – Example of overlapped metal foil 89
Figure G.3 – Peel strength of overlapped metal foil 89
Figure G.4 – Typical strength versus grip spacing curve (1) 90
Figure G.5 – Typical strength versus grip spacing curve (2) 90
Figure I.1 – Test on surfaces of large radius of curvature 98
Figure I.2 – Test on surfaces of small radius of curvature 98

Table 1 – Insulating compounds for cables 52
Table 2 – Oversheathing compounds for cables 53
Table 3 – Tan δ requirements for insulating compounds for cables 54
Table 4 – Test voltages 54
Table 5 – Non-electrical type tests for insulating and oversheathing compounds for cables 55
Table 6 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing) 56
Table 7 – Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing) 59
Table 8 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables 60
Table 9 – Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF oversheathing for cables 61
Table 10 – Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations 65
Table C.1 – Type tests on cable systems, on cables and on accessories 73

Table C.2 – Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm 73

Table C.3 – Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm 74

Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces 90

Table H.1 – Test sequence 91

Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 94

Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 95

Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of terminations with sheath sectionalizing insulation 95

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV (U_m = 36 kV) UP TO 150 kV (U_m = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

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.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 60840 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- A low smoke halogen free oversheath material, designated ST_{12} is introduced.
- Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which shall be applied according to the fire performance declared for the cable.
- A test for water penetration in the conductor is added.
- In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

NOTE For a more detailed history of events leading up to this fifth edition, see the Introduction.

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

FDIS	Report on voting
20/1909/FDIS	20/1910/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard 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 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 60840, published in 1988, dealt only with cables. Accessories were added to the second edition, published in February 1999, which separately covered test methods and test requirements for

a) cables alone,

b) cables together with accessories (a cable system).

Some countries then suggested that a better discrimination be made between systems, cables and accessories, particularly for the lower voltages of the scope, for example 45 kV. This was taken into account in the third edition (2004) and ~~is~~ has been retained ~~in this revision, which gives~~ subsequently, giving the type approval requirements and the range of approvals for:

a) cable systems,

b) cables alone,

c) accessories alone.

Manufacturers and users may choose the most appropriate option for type approval.

~~At its meeting in November 2004, TC 20 decided to prepare a further major revision of IEC 60840 and concluded that this edition should incorporate the recommendations for testing HV and EHV extruded cables that were under preparation by CIGRE study committee B1 WG B1.06. This work was made available as CIGRE technical brochure No. 303, before the meeting of TC 20 in October 2006. The brochure, entitled "Revision of qualification procedures for extruded (extra) high voltage a.c. underground cables", has therefore been considered by TC 20, and considerable parts implemented in this standard. Cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen are now required to undergo a prequalification test procedure (simplified compared to that in IEC 62067) as a cable system inclusive of accessories.~~

The fourth edition (2011) introduced the prequalification test procedure, as a cable system inclusive of accessories, for cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen.

~~Additionally the following other significant changes to this standard have been introduced~~ Other significant changes in the fourth edition were:

a) The clause numbering of this document and IEC 62067 ~~(which has been revised at the same time as this standard) has been~~ was coordinated to achieve as much commonality as possible ~~to assist users who use both standards~~.

b) In the case of the sample test, the lightning impulse voltage test is no longer followed by a power frequency voltage test.

In this fifth edition the principle changes are as follows:

a) New definitions have been added for three different cable screen designs following IEC TR 61901:2016.

b) Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.

c) Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.

d) The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.

e) A low smoke halogen free oversheath material, designated ST_{12} is introduced.

f) Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which are applied according to the fire performance declared for the cable.

g) A test for water penetration in the conductor is added.

h) In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

i) A list of relevant CIGRE references is given in the bibliography.

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV (U_m = 36 kV) UP TO 150 kV (U_m = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

1 Scope

This document specifies test methods and requirements for power cable systems, cables alone and accessories alone, for fixed installations and for rated voltages above 30 kV (U_m = 36 kV) up to and including 150 kV (U_m = 170 kV).

The requirements apply to single-core cables and to individually screened three-core cables and to their accessories for usual conditions of installation and operation, but not to special cables, such as submarine cables and their accessories, for which modifications to the standard tests ~~may be necessary~~ or the setup of special test conditions ~~may need to can be devised~~ can be necessary.

This document does not cover transition joints between cables with extruded insulation and paper insulated 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.

~~NOTE The IEC 60811 series is currently undergoing a revision, which will lead to a restructuring of its parts. A description of this, as well as a cross-reference table between the current and planned parts will be given in IEC 60811-100.~~

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

~~IEC 60183, *Guide to the selection of high-voltage cables*~~

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*

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

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*

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 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

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

~~IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*~~
~~Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-1-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*~~
~~Amendment 1 (1989)~~
~~Amendment 2 (2000)~~

~~IEC 60811-1-3:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1-3: General application – Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*~~
~~Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-1-4:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four: Tests at low temperature*~~
~~Amendment 1 (1993)~~
~~Amendment 2 (2001)~~

~~IEC 60811-2-1:1998, *Common test methods for Insulating and sheathing materials of electric and optical cables –Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests*~~
~~Amendment 1 (2001)~~

~~IEC 60811-3-1:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3-1: Methods specific to PVC compounds –Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*~~
~~Amendment 1 (1994)~~
~~Amendment 2 (2001)~~

~~IEC 60811-3-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds –Loss of mass test – Section two: Thermal stability test*~~
~~Amendment 1 (1993)~~
~~Amendment 2 (2003)~~

~~IEC 60811-4-1:2004, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking –Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope*~~

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

IEC 60811-202:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*
IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

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 60811-409, *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 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulation and sheathing compounds*
IEC 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for 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 506: 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 60811-508:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulations and sheaths*
IEC 60811-508:2012/AMD1:2017

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 60811-605:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*

IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*

IEC 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*

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

IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62271-209, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry-type cable-terminations*

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

ISO 48-2, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness – Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD*

IEC 60840

Edition 5.0 2020-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (U_m = 36 kV) up to 150 kV (U_m = 170 kV) – Test methods and requirements

Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées supérieures à 30 kV (U_m = 36 kV) et jusqu'à 150 kV (U_m = 170 kV) – Méthodes et exigences d'essai



IEC 60840:2020-05(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 8
INTRODUCTION 10
1 Scope 11
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 13
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.) 13
3.2 Definitions concerning tests 13
3.3 Other definitions 14
4 Voltage designations, materials and rounding of numbers 15
4.1 Rated voltages 15
4.2 Cable insulating compounds 15
4.3 Cable metal screens/sheaths 15
4.4 Cable oversheathing compounds 16
4.5 Rounding of numbers 16
5 Precautions against water penetration in cables 16
6 Cable characteristics 17
7 Accessories characteristics 18
7.1 Gas immersed cable terminations 18
7.2 Composite insulators for outdoor cable terminations 18
7.3 Accessory characteristics to be declared 18
8 Test conditions 19
8.1 Ambient temperature 19
8.2 High voltage tests 19
8.3 Waveform of lightning impulse test voltages 19
8.4 Relationship of test voltages to rated voltages 19
8.5 Determination of the cable conductor temperature 19
9 Routine tests on cables and accessories 19
9.1 General 19
9.2 Partial discharge test 20
9.3 Voltage test 20
9.4 Electrical test on oversheath of the cable 21
10 Sample tests on cables 21
10.1 General 21
10.2 Frequency of tests 21
10.3 Repetition of tests 21
10.4 Conductor examination 21
10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and metal screen 22
10.6 Measurement of thickness of cable insulation and oversheath 22
10.6.1 General 22
10.6.2 Requirements for the insulation 22
10.6.3 Requirements for the cable oversheath 23
10.7 Measurement of thickness of metal sheath 23
10.7.1 General 23
10.7.2 Lead or lead alloy sheath 23
10.7.3 Copper or aluminium sheath 24

10.7.4 Metal tape for CD design 24
10.8 Measurement of diameters 24
10.9 Hot set test for XLPE, EPR and HEPR insulations 24
10.9.1 Procedure 24
10.9.2 Requirements 24
10.10 Measurement of capacitance 25
10.11 Measurement of density of HDPE insulation 25
10.11.1 Procedure 25
10.11.2 Requirements 25
10.12 Lightning impulse voltage test 25
10.13 Water penetration test 25
10.14 Additional tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 25
11 Sample tests on accessories 26
11.1 Tests on components of accessory 26
11.2 Tests on complete accessory 26
12 Type tests on cable systems 26
12.1 General 26
12.2 Range of type approval 27
12.3 Summary of type tests 28
12.4 Electrical type tests on cable systems 28
12.4.1 Test voltage values 28
12.4.2 Tests and sequence of tests 29
12.4.3 Bending test 29
12.4.4 Partial discharge tests 30
12.4.5 Tan δ measurement 30
12.4.6 Heating cycle voltage test 30
12.4.7 Lightning impulse voltage test followed by a power frequency voltage test 31
12.4.8 Examination 31
12.4.9 Resistivity of semi-conducting screens 32
12.5 Non-electrical type tests on cable components and on complete cable 32
12.5.1 General 32
12.5.2 Check of cable construction 33
12.5.3 Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing 33
12.5.4 Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing 33
12.5.5 Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials 34
12.5.6 Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST_2 34
12.5.7 Pressure test at high temperature on oversheaths 34
12.5.8 Test on PVC oversheaths (ST_1, ST_2) and LSHF oversheaths (ST_{12}) at low temperature 35
12.5.9 Heat shock test for PVC oversheaths (ST_1 and ST_2) 35
12.5.10 Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations 35
12.5.11 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations 35
12.5.12 Measurement of density of HDPE insulation 35

12.5.13 Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST_3 and ST_7) 36
12.5.14 Test under fire conditions 36
12.5.15 Water penetration test 37
12.5.16 Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 37
12.5.17 Shrinkage test for PE, HDPE and XLPE insulations 37
12.5.18 Shrinkage test for PE oversheaths (ST_3, ST_7) and LSHF oversheaths (ST_{12}) 37
12.5.19 Determination of hardness of HEPR insulation 38
12.5.20 Determination of the elastic modulus of HEPR insulation 38
13 Prequalification test of the cable system 38
13.1 General and range of prequalification test approval 38
13.2 Prequalification test on complete system 39
13.2.1 Summary of prequalification tests 39
13.2.2 Test voltage values 39
13.2.3 Test arrangement 39
13.2.4 Heating cycle voltage test 40
13.2.5 Lightning impulse voltage test 41
13.2.6 Examination 41
13.3 Tests for the extension of the prequalification of a cable system 41
13.3.1 Summary of the extension of prequalification test 41
13.3.2 Electrical part of the extension of prequalification tests on complete cable system 41
14 Type tests on cables 43
14.1 General 43
14.2 Range of type approval 44
14.3 Summary of type tests 44
14.4 Electrical type tests on completed cables 45
15 Type tests on accessories 45
15.1 General 45
15.2 Range of type approval 45
15.3 Summary of type tests 46
15.4 Electrical type tests on accessories 47
15.4.1 Test voltage values 47
15.4.2 Tests and sequence of tests 47
16 Electrical tests after installation 47
16.1 General 47
16.2 DC voltage test of the oversheath 47
16.3 AC voltage test of the insulation 47
Annex A (informative) Determination of the cable conductor temperature 55
A.1 Purpose 55
A.2 Calibration of the temperature of the main test loop 55
A.2.1 General 55
A.2.2 Installation of cable and temperature sensors 55
A.2.3 Calibration method 57
A.3 Heating for the test 57
A.3.1 Method 1 – Test using a reference cable 57

A.3.2 Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature 58
Annex B (normative) Rounding of numbers 59
Annex C (informative) List of type, prequalification and extension of prequalification tests for cable systems, cables and accessories 60
Annex D (normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens 62
Annex E (normative) Water penetration test 65
E.1 Test piece 65
E.2 Test 65
E.3 Requirements 66
Annex F (normative) Test for water penetration in the conductor 67
F.1 Test piece 67
F.2 Test 67
F.3 Requirements 67
Annex G (normative) Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath 69
G.1 Visual examination 69
G.2 Adhesion and peel strength 69
G.2.1 General 69
G.2.2 Test: Adhesion strength 69
G.2.3 Test: Peel strength of overlapped metal foil 70
G.2.4 Requirements 71
Annex H (normative) Additional tests for accessories 73
H.1 General 73
H.2 Range of approval 74
H.2.1 Range of approval for joints without screen or metal sheath interruption 74
H.2.2 Range of approval for joints with screen or metal sheath interruption 74
H.2.3 Range of approval for accessories for cable screen interruption and/or earth connection 74
H.2.4 Range of approval for terminations with sectionalizing insulation 75
H.3 Tests of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 75
H.3.1 Water immersion 75
H.3.2 Electrical tests 75
H.4 Tests of terminations with sheath sectionalizing insulation 77
H.4.1 DC voltage withstand test between screen and earth 77
H.4.2 Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth 77
H.5 Examination 77
H.6 Tests for composite insulators for outdoor terminations 78
H.6.1 General 78
H.6.2 Internal pressure test 78
H.6.3 Cantilever load test 78
Annex I (normative) Determination of hardness of HEPR insulations 79
I.1 Test piece 79
I.2 Test procedure 79
I.2.1 General 79
I.2.2 Surfaces of large radius of curvature 79
I.2.3 Surfaces of small radius of curvature 79
I.2.4 Conditioning and test temperature 79

I.2.5 Number of measurements 80
Annex J (informative) Guidance on examination of cable and accessories 81
Annex K (normative) Methods of determining the weighted value of the cable for measurement of halogen content 82
K.1 Calculating the weighted value of the cable when the halogen content of individual materials is tested 82
K.2 Preparation of the test sample for measurement of halogen content on a sample representative of the cable construction 82
Bibliography 83

Figure 1 – Example of the test arrangement for the prequalification test 40
Figure 2 – Example of extension of prequalification test arrangement for the prequalification of a system with another joint, designed for rigid as well as flexible installation 42
Figure A.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop 56
Figure A.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop 57
Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens 64
Figure E.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test 66
Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test in the conductor 68
Figure G.1 – Adhesion of metal tape or foil 70
Figure G.2 – Example of overlapped metal foil 71
Figure G.3 – Peel strength of overlapped metal foil 71
Figure G.4 – Typical strength versus grip spacing curve (1) 72
Figure G.5 – Typical strength versus grip spacing curve (2) 72
Figure I.1 – Test on surfaces of large radius of curvature 80
Figure I.2 – Test on surfaces of small radius of curvature 80

Table 1 – Insulating compounds for cables 48
Table 2 – Oversheathing compounds for cables 48
Table 3 – Tan δ requirements for insulating compounds for cables 48
Table 4 – Test voltages 49
Table 5 – Non-electrical type tests for insulating and oversheathing compounds for cables 49
Table 6 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing) 50
Table 7 – Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing) 51
Table 8 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables 52
Table 9 – Test requirements for particular characteristics of PVC and LSHF oversheathing for cables 53
Table 10 – Maximum mechanical load for composite insulators for outdoor terminations 54
Table C.1 – Type tests on cable systems, on cables and on accessories 60

Table C.2 – Prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm 61

Table C.3 – Extension of prequalification tests on cable systems with a calculated nominal conductor electric stress above 8,0 kV/mm or a calculated nominal insulation electric stress above 4,0 kV/mm 61

Table G.1 – Minimum acceptable adhesion or peel strength forces 72

Table H.1 – Test sequence 73

Table H.2 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and earth of joints with or without screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 76

Table H.3 – Lightning impulse voltage withstand test between screen and screen of joints with screen or metal sheath interruption and accessories for cable screen interruption and/or earth connection 77

Table H.4 – Lightning impulse voltage withstand tests between screen and earth of terminations with sheath sectionalizing insulation 77

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV (U_m = 36 kV) UP TO 150 kV (U_m = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

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 60840 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.
- Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.
- The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.
- A low smoke halogen free oversheath material, designated ST_{12} is introduced.

- Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which shall be applied according to the fire performance declared for the cable.
- A test for water penetration in the conductor is added.
- In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

NOTE For a more detailed history of events leading up to this fifth edition, see the Introduction.

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

FDIS	Report on voting
20/1909/FDIS	20/1910/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard 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 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.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 60840, published in 1988, dealt only with cables. Accessories were added to the second edition, published in February 1999, which separately covered test methods and test requirements for

a) cables alone,

b) cables together with accessories (a cable system).

Some countries then suggested that a better discrimination be made between systems, cables and accessories, particularly for the lower voltages of the scope, for example 45 kV. This was taken into account in the third edition (2004) and has been retained subsequently, giving the type approval requirements and the range of approvals for:

a) cable systems,

b) cables alone,

c) accessories alone.

Manufacturers and users may choose the most appropriate option for type approval.

The fourth edition (2011) introduced the prequalification test procedure, as a cable system inclusive of accessories, for cables with high electrical stresses at the conductor screen and/or insulation screen.

Other significant changes in the fourth edition were:

a) The clause numbering of this document and IEC 62067 was coordinated to achieve as much commonality as possible.

b) In the case of the sample test, the lightning impulse voltage test is no longer followed by a power frequency voltage test.

In this fifth edition the principle changes are as follows:

a) New definitions have been added for three different cable screen designs following IEC TR 61901:2016.

b) Gas immersed cable terminations for use at rated voltages above 52 kV are required to be designed, type and routine tested in accordance with IEC 62271-209 in addition to the routine and type tests specified in this document.

c) Requirements are introduced for composite outdoor termination insulators.

d) The test cylinder diameters specified for the bending test (type and prequalification tests) have been modified in line with IEC TR 61901:2016.

e) A low smoke halogen free oversheath material, designated ST_{12} is introduced.

f) Additional tests under fire conditions are introduced: vertical flame spread, smoke density, acidity and conductivity, which are applied according to the fire performance declared for the cable.

g) A test for water penetration in the conductor is added.

h) In addition to tests on the outer protection of joints, type tests on the screen sectionalizing insulation of all accessories have been introduced.

i) A list of relevant CIGRE references is given in the bibliography.

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES ABOVE 30 kV (U_m = 36 kV) UP TO 150 kV (U_m = 170 kV) – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

1 Scope

This document specifies test methods and requirements for power cable systems, cables alone and accessories alone, for fixed installations and for rated voltages above 30 kV (U_m = 36 kV) up to and including 150 kV (U_m = 170 kV).

The requirements apply to single-core cables and to individually screened three-core cables and to their accessories for usual conditions of installation and operation, but not to special cables, such as submarine cables and their accessories, for which modifications to the standard tests or the setup of special test conditions can be necessary.

This document does not cover transition joints between cables with extruded insulation and paper insulated 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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*

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

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*

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 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

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 60811-202:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*
IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

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 60811-409, *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 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulation and sheathing compounds*
IEC 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for 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 506: 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 60811-508:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulations and sheaths*
IEC 60811-508:2012/AMD1:2017

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 60811-605:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*

IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*

IEC 60885-3, *Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables*

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

IEC 61462:2007, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62271-209, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry-type cable-terminations*

ISO 48-2, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness – Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 90
INTRODUCTION 92
1 Domaine d'application 93
2 Références normatives 93
3 Termes et définitions 95
3.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.) 95
3.2 Définitions relatives aux essais 95
3.3 Autres définitions 96
4 Désignations des tensions, matériaux et arrondissement des nombres 97
4.1 Tensions assignées 97
4.2 Mélanges isolants pour câbles 97
4.3 Ecrans et gaines métalliques pour câbles 97
4.4 Mélanges pour gaines extérieures de câbles 98
4.5 Arrondissement des nombres 98
5 Précautions contre la pénétration d'eau dans les câbles 99
6 Caractéristiques du câble 99
7 Caractéristiques des accessoires 100
7.1 Extrémités de câble immergées dans du gaz 100
7.2 Isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures 100
7.3 Caractéristiques d'accessoire à déclarer 100
8 Conditions d'essai 101
8.1 Température ambiante 101
8.2 Essais à haute tension 101
8.3 Forme d'onde des tensions d'essai en choc de foudre 101
8.4 Relations entre tensions d'essai et tensions assignées 101
8.5 Détermination de la température de l'âme du câble 102
9 Essais individuels de série des câbles et des accessoires 102
9.1 Généralités 102
9.2 Essai de décharges partielles 102
9.3 Essai de tension 103
9.4 Essai électrique sur la gaine extérieure du câble 103
10 Essais sur prélèvements des câbles 103
10.1 Généralités 103
10.2 Fréquence des essais 103
10.3 Répétition des essais 104
10.4 Examen de l'âme 104
10.5 Mesure de la résistance électrique de l'âme et de l'écran métallique 104
10.6 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante et de celle de la gaine extérieure du câble 104
10.6.1 Généralités 104
10.6.2 Exigences relatives à l'enveloppe isolante 105
10.6.3 Exigences relatives à la gaine extérieure du câble 105
10.7 Mesure de l'épaisseur de la gaine métallique 105
10.7.1 Généralités 105
10.7.2 Gaine de plomb ou d'alliage de plomb 105

10.7.3 Gaine de cuivre ou d'aluminium 106
10.7.4 Ruban métallique pour construction CD 106
10.8 Mesure des diamètres 106
10.9 Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en PR, EPR et HEPR 107
10.9.1 Mode opératoire 107
10.9.2 Exigences 107
10.10 Mesure de la capacité 107
10.11 Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD 107
10.11.1 Mode opératoire 107
10.11.2 Exigences 107
10.12 Essai au choc de foudre 107
10.13 Essai de pénétration d'eau 107
10.14 Essais supplémentaires sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure 108
11 Essais sur prélèvements des accessoires 108
11.1 Essais des composants d'accessoire 108
11.2 Essais sur accessoires complets 108
12 Essais de type des systèmes de câbles 108
12.1 Généralités 108
12.2 Etendue de l'acceptation de type 109
12.3 Récapitulatif des essais de type 110
12.4 Essais de type électriques sur systèmes de câbles 110
12.4.1 Valeurs des tensions d'essai 110
12.4.2 Essais et séquence d'essais 111
12.4.3 Essai d'enroulement 111
12.4.4 Essais de décharges partielles 112
12.4.5 Mesure de tan δ 112
12.4.6 Essai de cycles de chauffage sous tension 113
12.4.7 Essai au choc de foudre suivi d'un essai sous tension à la fréquence industrielle 113
12.4.8 Examen 114
12.4.9 Résistivité des écrans semiconducteurs 114
12.5 Essais de type non électriques sur les composants du câble et sur câble complet 114
12.5.1 Généralités 114
12.5.2 Vérification de la constitution du câble 115
12.5.3 Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement 115
12.5.4 Détermination des propriétés mécaniques des gaines extérieures avant et après vieillissement 115
12.5.5 Essais de vieillissement sur tronçons de câbles complets pour vérifier la compatibilité des matériaux 116
12.5.6 Essai de perte de masse pour les gaines extérieures en PVC du type ST_2 116
12.5.7 Essai de pression à température élevée sur les gaines extérieures 117
12.5.8 Essais à basse température pour les gaines extérieures en PVC de type ST_1 et ST_2 et pour les gaines extérieures en LSHF de type ST_{12} 117
12.5.9 Essai de choc thermique pour les gaines extérieures en PVC (ST_1 et ST_2) 117

12.5.10 Essai de résistance à l'ozone des enveloppes isolantes en EPR et en HEPR 117
12.5.11 Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes en EPR, en HEPR et en PR 117
12.5.12 Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD 118
12.5.13 Mesure du taux de noir de carbone des gaines extérieures en PE de couleur noire (ST_3 et ST_7) 118
12.5.14 Essai des câbles soumis au feu 118
12.5.15 Essai de pénétration d'eau 119
12.5.16 Essais sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure 119
12.5.17 Essai de rétraction des enveloppes isolantes en PE, en PEHD et en PR 119
12.5.18 Essai de rétraction des gaines extérieures en PE (ST_3, ST_7) et en LSHF (ST12) 119
12.5.19 Détermination de la dureté de l'enveloppe isolante en HEPR 120
12.5.20 Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR 120
13 Essai de préqualification sur le système de câble 120
13.1 Généralités et domaine d'acceptation de l'essai de préqualification 120
13.2 Essai de préqualification sur système de câble complet 121
13.2.1 Récapitulatif des essais de préqualification 121
13.2.2 Valeurs des tensions d'essai 121
13.2.3 Montage d'essai 121
13.2.4 Essai de cycles de chauffage sous tension 122
13.2.5 Essai au choc de foudre 123
13.2.6 Examen 123
13.3 Essais d'extension de préqualification d'un système de câble 123
13.3.1 Récapitulatif des essais d'extension de préqualification 123
13.3.2 Partie électrique des essais d'extension de préqualification sur un système de câble complet 123
14 Essais de type des câbles 125
14.1 Généralités 125
14.2 Etendue de l'acceptation de type 125
14.3 Récapitulatif des essais de type 126
14.4 Essais de type électriques sur câbles complets 126
15 Essais de type des accessoires 127
15.1 Généralités 127
15.2 Etendue de l'acceptation de type 127
15.3 Récapitulatif des essais de type 128
15.4 Essais de type électriques des accessoires 128
15.4.1 Valeurs des tensions d'essai 128
15.4.2 Essais et séquence d'essais 128
16 Essais électriques après pose 129
16.1 Généralités 129
16.2 Essai sous tension continue de la gaine extérieure 129
16.3 Essai sous tension alternative de l'enveloppe isolante 129
Annexe A (informative) Détermination de la température de l'âme du câble 136
A.1 Objectif 136
A.2 Etalonnage de la température de la boucle d'essai principale 136
A.2.1 Généralités 136

A.2.2 Montage du câble et des capteurs de température 136
A.2.3 Méthode d'étalonnage 138
A.3 Chauffage pour l'essai 138
A.3.1 Méthode 1 – Utilisation d'un câble de référence 138
A.3.2 Méthode 2 – Utilisation de calculs et de mesures de la température de surface pour déterminer la température de l'âme 139
Annexe B (normative) Arrondissement des nombres 140
Annexe C (informative) Liste des essais de type, des essais de préqualification et d'extension de préqualification pour des systèmes de câbles, câbles et accessoires 141
Annexe D (normative) Méthode de mesure de la résistivité des écrans semiconducteurs 143
Annexe E (normative) Essai de pénétration d'eau 145
E.1 Eprouvette 145
E.2 Essai 145
E.3 Exigences 146
Annexe F (normative) Essai de pénétration d'eau dans l'âme 147
F.1 Eprouvette 147
F.2 Essai 147
F.3 Exigences 147
Annexe G (normative) Essais sur les composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué en long et contrecollé à la gaine extérieure 149
G.1 Examen visuel 149
G.2 Force d'adhérence et de décollement 149
G.2.1 Généralités 149
G.2.2 Essai: force d'adhérence 149
G.2.3 Essai: force de décollement du recouvrement de la feuille métallique 150
G.2.4 Exigences 151
Annexe H (normative) Essais supplémentaires des accessoires 153
H.1 Généralités 153
H.2 Etendue de l'acceptation 154
H.2.1 Etendue de l'acceptation pour les jonctions sans interruption d'écran ou de gaine métallique 154
H.2.2 Etendue de l'acceptation pour les jonctions avec interruption d'écran ou de gaine métallique 154
H.2.3 Etendue de l'acceptation des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble 155
H.2.4 Etendue de l'acceptation pour les extrémités avec arrêt d'écran 155
H.3 Essais des jonctions avec ou sans interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble 155
H.3.1 Immersion dans l'eau 155
H.3.2 Essais électriques 155
H.4 Essais des extrémités avec arrêt d'écran 157
H.4.1 Essai de tenue en tension continue entre écran et terre 157
H.4.2 Essai de tenue au choc de foudre entre écran et terre 157
H.5 Examen 157
H.6 Essais des isolateurs composites pour extrémités extérieures 158
H.6.1 Généralités 158
H.6.2 Essai de pression interne 158
H.6.3 Essai de charge en porte-à-faux 158

Annexe I (normative) Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR 159
I.1 Eprouvette 159
I.2 Procédure d'essai 159
I.2.1 Généralités 159
I.2.2 Surfaces de grands rayons de courbure 159
I.2.3 Surfaces de petits rayons de courbure 159
I.2.4 Conditionnement et température d'essai 159
I.2.5 Nombre de mesures 160
Annexe J (informative) Recommandations pour l'examen du câble et des accessoires 161
Annexe K (normative) Méthodes de détermination des coefficients de pondération du câble pour la mesure de la teneur en halogènes 162
K.1 Calcul des coefficients de pondération du câble lorsque la teneur en halogènes des matériaux individuels est mesurée 162
K.2 Préparation de l'échantillon d'essai pour la mesure de la teneur en halogènes sur un échantillon représentatif de la constitution du câble 162
Bibliographie 163

Figure 1 – Exemple de montage d'essai pour l'essai de préqualification 122
Figure 2 – Exemple de dispositif d'essai d'extension de préqualification d'un système pour la préqualification d'un système avec une autre jonction, prévue pour une installation rigide aussi bien qu'une installation souple 124
Figure A.1 – Montage type de la boucle de référence et de la boucle d'essai principale 137
Figure A.2 – Exemple de mise en place des capteurs de température sur l'âme de la boucle de référence 138
Figure D.1 – Préparation des échantillons pour la mesure de la résistivité des écrans sur âme et sur enveloppe isolante 144
Figure E.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau 146
Figure F.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau dans l'âme 148
Figure G.1 – Adhérence du ruban ou de la feuille métallique 150
Figure G.2 – Exemple de feuille métallique avec recouvrement 150
Figure G.3 – Force de décollement du recouvrement de la feuille métallique 151
Figure G.4 – Courbe type de la force en fonction de l'espacement des mâchoires (1) 151
Figure G.5 – Courbe type de la force en fonction de l'espacement des mâchoires (2) 152
Figure I.1 – Essai des surfaces de grands rayons de courbure 160
Figure I.2 – Essai des surfaces de petits rayons de courbure 160

Tableau 1 – Mélanges isolants pour câbles 130
Tableau 2 – Mélanges pour gaines extérieures de câbles 130
Tableau 3 – Exigences pour tan δ pour les mélanges isolants pour câbles 130
Tableau 4 – Tensions d'essai 130
Tableau 5 – Essais de type non électriques pour mélanges pour enveloppes isolantes et pour gaines extérieures de câbles 131
Tableau 6 – Exigences d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles (avant et après vieillissement) 132
Tableau 7 – Exigences d'essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour gaines extérieures de câbles (avant et après vieillissement) 132

Tableau 8 – Exigences d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles 133
Tableau 9 – Exigences d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges à base de PVC et de LSHF pour gaines extérieures de câbles 133
Tableau 10 – Charge mécanique maximale des isolateurs composites pour extrémités extérieures 135
Tableau C.1 – Essais de type des systèmes de câbles, des câbles et des accessoires 141
Tableau C.2 – Essais de préqualification pour des systèmes de câbles avec un gradient calculé nominal sur âme supérieur à 8,0 kV/mm ou avec un gradient calculé nominal sur enveloppe isolante supérieur à 4,0 kV/mm 142
Tableau C.3 – Essais d'extension de préqualification pour des systèmes de câbles avec un gradient calculé nominal sur âme supérieur à 8,0 kV/mm ou avec un gradient calculé nominal sur enveloppe isolante supérieur à 4,0 kV/mm 142
Tableau G.1 – Forces d'adhérence et de décollement minimales acceptables 152
Tableau H.1 – Séquence d'essais 153
Tableau H.2 – Essai de tenue au choc de foudre entre écran et terre des jonctions avec ou sans interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble 156
Tableau H.3 – Essai de tenue au choc de foudre entre écrans des jonctions avec interruption d'écran ou de gaine métallique et des accessoires pour interruption d'écran et/ou raccordement à la terre du câble 157
Tableau H.4 – Essais de tenue au choc de foudre entre écran et terre des extrémités avec arrêt d'écran 157

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES À 30 kV (U_m = 36 kV) ET JUSQU'À 150 kV (U_m = 170 kV) – MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI

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 60840 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- il est exigé que les extrémités de câble immergées dans du gaz pour une utilisation à des tensions assignées supérieures à 52 kV soient soumises à des essais de type et des essais individuels de série conformément à l'IEC 62271-209 en plus des essais individuels de série et des essais de type spécifiés dans le présent document;
- les exigences relatives aux isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures ont été introduites;
- les diamètres des cylindres d'essai spécifiés pour l'essai d'enroulement (essais de type et de préqualification) ont été modifiés conformément à l'IEC TR 61901:2016;
- un matériau de gaine extérieure sans halogène à faible dégagement de fumée, appelé ST_{12} a été introduit;
- les essais supplémentaires des câbles soumis au feu (propagation verticale de flammes, densité de fumées, acidité et conductivité) qui doivent être appliqués conformément aux performances de résistance au feu déclarées pour le câble ont été introduits;
- un essai de pénétration d'eau dans l'âme a été ajouté;
- en plus des essais des protections externes des jonctions, les essais de type de l'arrêt d'écran ont été étendus à tous les accessoires.

NOTE Voir l'Introduction pour un historique plus complet des événements conduisant à la publication de cette cinquième édition.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1909/FDIS	20/1910/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 internationale.

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

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.

INTRODUCTION

La première édition de l'IEC 60840, publiée en 1988, traitait seulement des câbles. Les accessoires ont été ajoutés à la deuxième édition, publiée en février 1999, qui couvrait séparément les méthodes d'essais et les exigences d'essais pour:

a) les câbles seuls;

b) les câbles avec les accessoires (système de câble).

Certains pays ont suggéré qu'une meilleure distinction soit faite entre systèmes, câbles et accessoires, plus particulièrement pour les tensions les plus basses du domaine d'application, par exemple 45 kV. Cela a été pris en compte dans la troisième édition (2004) et a ensuite été maintenu, donnant les exigences d'acceptation de type et l'étendue de celle-ci pour:

a) les systèmes de câbles;

b) les câbles seuls;

c) les accessoires seuls.

Les fabricants et utilisateurs peuvent choisir l'option la mieux appropriée pour l'acceptation de type.

La quatrième édition (2011) a introduit la procédure d'essai de préqualification, en tant que système de câble incluant les accessoires, pour les câbles présentant des gradients élevés au niveau du semiconducteur sur âme et/ou sur enveloppe.

Les autres modifications significatives de la quatrième édition sont les suivantes:

a) les numérotations des articles du présent document et de l'IEC 62067 ont été coordonnées de manière à présenter autant de similitudes que possible;

b) lors de l'essai de prélèvement, l'essai au choc de foudre n'est plus suivi d'un essai sous tension à la fréquence industrielle.

Dans la présente cinquième édition, les principales modifications sont les suivantes:

a) de nouvelles définitions pour trois constructions différentes d'écran de câble selon l'IEC TR 61901:2016 ont été ajoutées;

b) il est exigé que les extrémités de câble immergées dans du gaz pour une utilisation à des tensions assignées supérieures à 52 kV, soient soumises à des essais de type et des essais individuels de série conformément à l'IEC 62271-209 en plus des essais individuels de série et des essais de type spécifiés dans le présent document;

c) les exigences relatives aux isolateurs composites pour extrémités de câble extérieures ont été introduites;

d) les diamètres des cylindres d'essai spécifiés pour l'essai d'enroulement (essais de type et de préqualification) ont été modifiés conformément à l'IEC TR 61901:2016;

e) un matériau de gaine extérieure sans halogène à faible dégagement de fumée, appelé ST_{12} a été introduit;

f) les essais supplémentaires des câbles soumis au feu (propagation verticale de flammes, densité de fumées, acidité et conductivité) qui sont appliqués conformément aux performances de résistance au feu déclarées pour le câble ont été introduits;

g) un essai de pénétration d'eau dans l'âme a été ajouté;

h) en plus des essais des protections externes des jonctions, les essais de type de l'arrêt d'écran ont été étendus à tous les accessoires;

i) une liste des références CIGRE appropriées est donnée dans la bibliographie.

CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES SUPÉRIEURES À 30 kV (U_m = 36 kV) ET JUSQU'À 150 kV (U_m = 170 kV) – MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes et les exigences d'essai applicables aux systèmes de câbles d'énergie, câbles seuls et accessoires seuls, pour installations fixes, pour des tensions assignées supérieures à 30 kV (Um = 36 kV) et jusqu'à 150 kV (Um = 170 kV) inclus.

Les exigences s'appliquent aux câbles unipolaires, aux câbles tripolaires à écran individuel et à leurs accessoires, pour des conditions habituelles d'installation et de fonctionnement, mais pas aux câbles spéciaux, tels que les câbles sous-marins et leurs accessoires, pour lesquels il peut être nécessaire d'apporter des modifications aux essais normaux ou d'élaborer des conditions d'essai particulières.

Les jonctions assurant le raccordement des câbles à isolant extrudé aux câbles isolés au papier ne sont pas couvertes par le présent document.

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 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60228, *Ames des câbles isolés*

IEC 60229:2007, *Câbles électriques – Essais sur les gaines extérieures extrudées avec fonction spéciale de protection*

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

IEC 60287-1-1:2006, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités*

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 60332-3-24, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-24: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale – Catégorie C*

IEC 60754-2, *Essais 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 60811-202:2012, *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 60811-202:2012/AMD1:2017

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 60811-409, *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 60811-501:2012, *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 60811-501:2012/AMD1:2018

IEC 60811-502:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 502: Essais mécaniques – Essai de rétraction des enveloppes isolantes*

IEC 60811-503, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 503: Essais mécaniques – Essai de rétraction des 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 506: 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 60811-508:2012, *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 60811-508:2012/AMD1:2017

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 60811-605:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 605: Essais physiques – Mesure du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales dans les mélanges en polyéthylène*

IEC 60811-606, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 606: Essais physiques – Méthodes de détermination de la masse volumique*

IEC 60885-3, *Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques – Partie 3: Méthodes d'essais pour mesures de décharges partielles sur longueurs de câbles de puissance extrudés*

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*

IEC 61462:2007, *Isolateurs composites creux – Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions nominales supérieures à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essai, critères d'acceptation et recommandations de conception*

IEC 62271-209, *Appareillage haute tension – Partie 209: Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée supérieure à 52 kV – Câbles remplis d'un fluide ou à isolation extrudée – Extrémité de câble de type sec ou remplie d'un fluide*

ISO 48-2, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté – Partie 2: Dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC*