IEC 60502-2

Edition 3.0 2014-02

REDLINE VERSION

colour inside

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (*U*m = 1,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (*U*m = 7,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRICE CODE
CODE PRIX RP

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1457-2

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

CONTENTS 2
FOREWORD 10

1 Scope 12
2 Normative references 12
3 Terms and definitions 14
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.) 14
3.2 Definitions concerning the tests 15
4 Voltage designations and materials 15
4.1 Rated voltages 15
4.2 Insulating compounds 16
4.3 Sheathing compounds 17
5 Conductors 18
6 Insulation 18
6.1 Material 18
6.2 Insulation thickness 18
7 Screening 19
7.1 General 19
7.2 Conductor screen 20
7.3 Insulation screen 20
8 Assembly of three-core cables, inner coverings and fillers 20
8.1 General 20
8.2 Inner coverings and fillers 20
8.2.1 Construction 20
8.2.2 Material 20
8.2.3 Thickness of extruded inner covering 20
8.2.4 Thickness of lapped inner covering 21
8.3 Cables having a collective metall~~ic~~ layer (see Clause 9) 21
8.4 Cables having a metall~~ic~~ layer over each individual core (see Clause 10) 21
9 Metall~~ic~~ layers for single-core and three-core cables 21
10 Metall~~ic~~ screen 22
10.1 Construction 22
10.2 Requirements 22
10.3 Metall~~ic~~ screens not associated with semi-conducting layers 22
11 Concentric conductor 22
11.1 Construction 22
11.2 Requirements 22
11.3 Application 22
12 Metall~~ic~~ sheath 23
12.1 Lead sheath 23
12.2 Other metall~~ic~~ sheaths 23
13 Metall~~ic~~ armour 23
13.1 Types of metall~~ic~~ armour 23
13.2 Materials 23

13.3 Application of armour 24
13.3.1 Single-core cables 24
13.3.2 Three-core cables 24
13.3.3 Separation sheath 24
13.3.4 Lapped bedding under armour for lead sheathed cables 24
13.4 Dimensions of the armour wires and armour tapes 25
13.5 Correlation between cable diameters and armour dimensions 25
13.6 Round or flat wire armour 25
13.7 Double tape armour 26
14 Oversheath 26
14.1 General 26
14.2 Material 26
14.3 Thickness 26
15 Test conditions 27
15.1 Ambient temperature 27
15.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages 27
15.3 Waveform of impulse test voltages 27
15.4 Determination of the cable conductor temperature 27
16 Routine tests 27
16.1 General 27
16.2 Electrical resistance of conductors 28
16.3 Partial discharge test 28
16.4 Voltage test 28
16.4.1 General 28
16.4.2 Test procedure for single-core cables 28
16.4.3 Test procedure for three-core cables 28
16.4.4 Test voltage 29
16.4.5 Requirement 29
16.5 Electrical test on oversheath of the cable 29
17 Sample tests 29
17.1 General 29
17.2 Frequency of sample tests 29
17.2.1 Conductor examination and check of dimensions 29
17.2.2 Electrical and physical tests 29
17.3 Repetition of tests 30
17.4 Conductor examination 30
17.5 Measurement of thickness of insulation and of non-metal~~lic~~ sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner extruded coverings) 30
17.5.1 General 30
17.5.2 Requirements for the insulation 30
17.5.3 Requirements for the non-metal~~lic~~ sheaths 31
17.6 Measurement of thickness of lead sheath 31
17.6.1 General 31
17.6.2 Strip method 31
17.6.3 Ring method 31

17.7 Measurement of armour wires and tapes 32
17.7.1 Measurement on wires 32
17.7.2 Measurement on tapes 32
17.7.3 Requirements 32
17.8 Measurement of external diameter 32
17.9 Voltage test for 4 h 32
17.9.1 Sampling 32
17.9.2 Procedure 32
17.9.3 Test voltages 32
17.9.4 Requirements 33
17.10 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths 33
17.10.1 Procedure 33
17.10.2 Requirements 33
18 Type tests, electrical 33
18.1 General 33
18.2 Cables having conductor screens and insulation screens 33
18.2.1 General 33
18.2.2 Sequence of tests 33
18.2.3 Special provisions 34
18.2.4 Bending test 34
18.2.5 Partial discharge test 34
18.2.6 Tan δ measurement for cables of rated voltage 6/10 (12) kV and above 35
18.2.7 Heating cycle test 35
18.2.8 Impulse test followed by a voltage test 35
18.2.9 Voltage test for 4 h 36
18.2.10 Resistivity of semi-conducting screens 36
18.3 Cables of rated voltage 3,6/6 (7,2) kV having unscreened insulation 36
18.3.1 General 36
18.3.2 Insulation resistance measurement at ambient temperature 36
18.3.3 Insulation resistance measurement at maximum conductor temperature 37
18.3.4 Voltage test for 4 h 38
18.3.5 Impulse test 38
19 Type tests, non-electrical 38
19.1 General 38
19.2 Measurement of thickness of insulation 38
19.2.1 Sampling 38
19.2.2 Procedure 38
19.2.3 Requirements 38
19.3 Measurement of thickness of non-metal~~lic~~ sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner coverings) 39
19.3.1 Sampling 39
19.3.2 Procedure 39
19.3.3 Requirements 39

19.4 Measurement of thickness of lead sheath 39
19.4.1 Sampling 39
19.4.2 Procedure 39
19.4.3 Requirements 39
19.5 Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing 39
19.5.1 Sampling 39
19.5.2 Ageing treatments 39
19.5.3 Conditioning and mechanical tests 39
19.5.4 Requirements 39
19.6 Tests for determining the mechanical properties of non-metall~~ic~~ sheaths before and after ageing 39
19.6.1 Sampling 39
19.6.2 Ageing treatments 40
19.6.3 Conditioning and mechanical tests 40
19.6.4 Requirements 40
19.7 Additional ageing test on pieces of completed cables 40
19.7.1 General 40
19.7.2 Sampling 40
19.7.3 Ageing treatment 40
19.7.4 Mechanical tests 40
19.7.5 Requirements 40
19.8 Loss of mass test on PVC sheaths of type ST_2 40
19.8.1 Procedure 40
19.8.2 Requirements 41
19.9 Pressure test at high temperature on insulations and non-metall~~ic~~ sheaths 41
19.9.1 Procedure 41
19.9.2 Requirements 41
19.10 Test on PVC insulation and sheaths at low temperatures 41
19.10.1 Procedure 41
19.10.2 Requirements 41
19.11 Test for resistance of PVC insulation and sheaths to cracking (heat shock test) 41
19.11.1 Procedure 41
19.11.2 Requirements 41
19.12 Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations 41
19.12.1 Procedure 41
19.12.2 Requirements 41
19.13 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths 41
19.14 Oil immersion test for elastomeric sheaths 42
19.14.1 Procedure 42
19.14.2 Requirements 42
19.15 Water absorption test on insulation 42
19.15.1 Procedure 42
19.15.2 Requirements 42
19.16 Flame spread test on single cables 42
19.17 Measurement of carbon black content of black PE oversheaths 42
19.17.1 Procedure 42
19.17.2 Requirements 42

19.18 Shrinkage test for XLPE insulation 42
19.18.1 Procedure 42
19.18.2 Requirements 42
19.19 Thermal stability test for PVC insulation 42
19.19.1 Procedure 42
19.19.2 Requirements 43
19.20 Determination of hardness of HEPR insulation 43
19.20.1 Procedure 43
19.20.2 Requirements 43
19.21 Determination of the elastic modulus of HEPR insulation 43
19.21.1 Procedure 43
19.21.2 Requirements 43
19.22 Shrinkage test for PE oversheaths 43
19.22.1 Procedure 43
19.22.2 Requirements 43
19.23 Strippability test for insulation screen 43
19.23.1 General 43
19.23.2 Procedure 43
19.23.3 Requirements 44
19.24 Water penetration test 44
20 Electrical tests after installation 44
20.1 General 44
20.2 DC voltage test of the oversheath 44
20.3 Insulation test 45
20.3.1 AC testing 45
20.3.2 DC testing 45

Annex A (normative) Fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings 52
A.1 General 52
A.2 Method 52
A.2.1 Conductors 52
A.2.2 Cores 53
A.2.3 Diameter over laid-up cores 53
A.2.4 Inner coverings 53
A.2.5 Concentric conductors and metall~~ic~~ screens 54
A.2.6 Lead sheath 55
A.2.7 Separation sheath 55
A.2.8 Lapped bedding 55
A.2.9 Additional bedding for tape-armoured cables (provided over the inner covering) 56
A.2.10 Armour 56
Annex B (informative) Tabulated continuous current ratings for cables having extruded insulation and a rated voltage from 3,6/6 kV up to 18/30 kV 57
B.1 General 57
B.2 Cable constructions 57
B.3 Temperatures 57
B.4 Soil thermal resistivity 58

B.5 Methods of installation 58
B.5.1 General 58
B.5.2 Single-core cables in air 58
B.5.3 Single-core cables buried direct 58
B.5.4 Single-core cables in earthenware ducts 59
B.5.5 Three-core cables 59
B.6 Screen bonding 60
B.7 Cable loading 60
B.8 Rating factors for grouped circuits 60
B.9 Correction factors 60
Annex C (normative) Rounding of numbers 76
C.1 Rounding of numbers for the purpose of the fictitious calculation method 76
C.2 Rounding of numbers for other purposes 76
Annex D (normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens 77
Annex E (normative) Determination of hardness of HEPR insulations 80
E.1 Test piece 80
E.2 Test procedure 80
E.2.1 General 80
E.2.2 Surfaces of large radius of curvature 80
E.2.3 Surfaces of small radius of curvature 80
E.2.4 Conditioning and test temperature 80
E.2.5 Number of measurements 81
Annex F (normative) Water penetration test 82
F.1 Test piece 82
F.2 Test 82
F.3 Requirements 83
Annex G (informative) Determination of the cable conductor temperature 84
G.1 Purpose 84
G.2 Calibration of the temperature of the main test loop 84
G.2.1 General 84
G.2.2 Installation of cable and temperature sensors 84
G.2.3 Calibration method 86
G.3 Heating for the test 87
G.3.1 Method 1 – Test using a reference cable 87
G.3.2 Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature 87

Bibliography 89

Figure B.1 – Single-core cables in air 58
Figure B.2 – Single-core cables buried direct 59
Figure B.3 – Single-core cables in earthenware ducts 59
Figure B.4 – Three-core cables 60
Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens 79
Figure E.1 – Test on surfaces of large radius of curvature 81
Figure E.2 – Test on surfaces of small radius of curvature 81

Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test 83
Figure G.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop 85
Figure G.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop 86

Table 1 – Recommended rated voltages U_0 16
Table 2 – Insulating compounds 17
Table 3 – Maximum conductor temperatures for different types of insulating compound 17
Table 4 – Maximum conductor temperatures for different types of sheathing compound 18
Table 5 – Nominal thickness of PVC/B insulation 18
Table 6 – Nominal thickness of cross-linked polyethylene (XLPE) insulation 19
Table 7 – Nominal thickness of ethylene propylene rubber (EPR) and hard ethylene propylene rubber (HEPR) insulation 19
Table 8 – Thickness of extruded inner covering 21
Table 9 – Nominal diameter of round armour wires 25
Table 10 – Nominal thickness of armour tapes 25
Table 11 – Routine test voltages 29
Table 12 – Number of samples for sample tests 30
Table 13 – Sample test voltages 32
Table 14 – Impulse voltages 35
Table 15 – Electrical type test requirements for insulating compounds 45
Table 16 – Non-electrical type tests (see Tables 17 to 23) 46
Table 17 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds (before and after ageing) 47
Table 18 – Test requirements for particular characteristics for PVC insulating compound 48
Table 19 – Test requirements for particular characteristics of various ~~thermosetting~~ crosslinked insulating compounds 49
Table 20 – Test requirements for mechanical characteristics of sheathing compounds (before and after ageing) 49
Table 21 – Test requirements for particular characteristics for PVC sheathing compounds 50
Table 22 – Test requirements for particular characteristics of PE (thermoplastic polyethylene) sheathing compounds 50
Table 23 – Test requirements for particular characteristics of elastomeric sheathing compound 51
Table A.1 – Fictitious diameter of conductor 53
Table A.2 – Increase of diameter for concentric conductors and metall~~ic~~ screens 54
Table A.3 – Increase of diameter for additional bedding 56
Table B.1 – Nominal screen cross-sectional areas 57
Table B.2 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor 61
Table B.3 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor 62
Table B.4 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor 63

Table B.5 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor 64
Table B.6 – Current rating for three-core XLPE insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor, armoured and unarmoured..... 65
Table B.7 – Current rating for three-core XLPE insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor, armoured and unarmoured..... 66
Table B.8 – Current rating for three-core EPR insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor, armoured and unarmoured 67
Table B.9 – Current rating for three-core EPR insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor, armoured and unarmoured 68
Table B.10 – Correction factors for ambient air temperatures other than 30 °C 68
Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C..... 69
Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables 69
Table B.13 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for cables in ducts..... 69
Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables 70
Table B.15 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W single-core cables in buried ducts..... 70
Table B.16 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried three-core cables 71
Table B.17 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for three-core cables in ducts 71
Table B.18 – Correction factors for groups of three-core cables in horizontal formation laid direct in the ground..... 72
Table B.19 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables laid direct in the ground..... 72
Table B.20 – Correction factors for groups of three-core cables in single way ducts in horizontal formation 73
Table B.21 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables in single-way ducts..... 73
Table B.22 – Reduction factors for groups of more than one multi-core cable in air – To be applied to the current-carrying capacity for one multi-core cable in free air..... 74
Table B.23 – Reduction factors for groups of more than one circuit of single-core cables (Note 2) – To be applied to the current-carrying capacity for one circuit of single-core cables in free air 75

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV (U_m = 1,2 kV) UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

FOREWORD

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

DISCLAIMER
This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 60502-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2005, and constitutes a technical revision.

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

a) a simplified calculation procedure for the thickness of the lead sheath and the oversheath;
b) a new subclause for the determination of the cable conductor temperature;
c) a modified procedure for the routine voltage test;
d) a new subclause for a routine electrical test on oversheath;
e) modified requirements for the non-metal sheaths including semi-conductive layer;
f) modified tolerances for the bending test cylinder;
g) the inclusion of a 0,1Hz test after installation.

In addition, the modified structure of the IEC 60811 series has been adopted for this third edition.

The following editorial changes have been made within the English version:

– 'metallic' has been replaced by 'metal';
– 'thermosetting' has been replaced by 'crosslinked'.

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

FDIS	Report on voting
20/1469A/FDIS	20/1472/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60502 series, published under the general title *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)*, can be found on the IEC website.

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

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

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV (U_m = 1,2 kV) UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

1 Scope

This part of IEC 60502 specifies the construction, dimensions and test requirements of power cables with extruded solid insulation from 6 kV up to 30 kV for fixed installations such as distribution networks or industrial installations.

When determining applications, it is recommended that the possible risk of radial water ingress is considered. Cable designs with barriers claimed to prevent longitudinal water penetration and an associated test are included in this part of IEC 60502.

Cables for special installation and service conditions are not included, for example cables for overhead networks, the mining industry, nuclear power plants (in and around the containment area) nor for submarine use or shipboard application.

2 Normative references

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

IEC 60038, *IEC standard voltages*

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

IEC 60060-3, *High-voltage test techniques – Part 3: Definitions and requirements for on-site testing*

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

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion*

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

IEC 60287-3-1, Electric cables – *Calculation of the current rating – Part 3: Sections on operating conditions – Section 1: Reference operating conditions and selection of cable type*

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

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

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

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

~~IEC 60811-2-1, *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*~~

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

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

~~IEC 60811-4-1, *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 (all parts), *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*

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 60811-402, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 402: Miscellaneous tests – Water absorption tests*

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 60811-405, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 405: Miscellaneous tests – Thermal stability test for PVC insulations and PVC 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 60811-502, *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 60811-504, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 504: Mechanical tests – Bending tests at low temperature for insulation 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 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, *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 60811-605, *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 60853 (all parts), *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables*

IEC 60853-2, *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages*

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

IEC 60986, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)*

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

IEC 60502-2

Edition 3.0 2014-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (*U*m = 1,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV) –
Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (*U*m = 7,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV)

Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV (*U*m = 1,2 kV) à 30 kV (*U*m = 36 kV) –
Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV(*U*m = 7,2 kV) à 30 kV (*U*m = 36 kV)



IEC 60502-2:2014-02(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 10
1 Scope 12
2 Normative references 12
3 Terms and definitions 14
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.) 14
3.2 Definitions concerning the tests 14
4 Voltage designations and materials 15
4.1 Rated voltages 15
4.2 Insulating compounds 16
4.3 Sheathing compounds 17
5 Conductors 17
6 Insulation 17
6.1 Material 17
6.2 Insulation thickness 17
7 Screening 19
7.1 General 19
7.2 Conductor screen 19
7.3 Insulation screen 19
8 Assembly of three-core cables, inner coverings and fillers 19
8.1 General 19
8.2 Inner coverings and fillers 19
8.2.1 Construction 19
8.2.2 Material 20
8.2.3 Thickness of extruded inner covering 20
8.2.4 Thickness of lapped inner covering 20
8.3 Cables having a collective metal layer (see Clause 9) 20
8.4 Cables having a metal layer over each individual core (see Clause 10) 20
9 Metal layers for single-core and three-core cables 21
10 Metal screen 21
10.1 Construction 21
10.2 Requirements 21
10.3 Metal screens not associated with semi-conducting layers 21
11 Concentric conductor 21
11.1 Construction 21
11.2 Requirements 21
11.3 Application 22
12 Metal sheath 22
12.1 Lead sheath 22
12.2 Other metal sheaths 22
13 Metal armour 22
13.1 Types of metal armour 22
13.2 Materials 22
13.3 Application of armour 23
13.3.1 Single-core cables 23
13.3.2 Three-core cables 23

13.3.3 Separation sheath 23
13.3.4 Lapped bedding under armour for lead sheathed cables 23
13.4 Dimensions of the armour wires and armour tapes 24
13.5 Correlation between cable diameters and armour dimensions 24
13.6 Round or flat wire armour 24
13.7 Double tape armour 25
14 Oversheath 25
14.1 General 25
14.2 Material 25
14.3 Thickness 25
15 Test conditions 26
15.1 Ambient temperature 26
15.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages 26
15.3 Waveform of impulse test voltages 26
15.4 Determination of the cable conductor temperature 26
16 Routine tests 26
16.1 General 26
16.2 Electrical resistance of conductors 26
16.3 Partial discharge test 27
16.4 Voltage test 27
16.4.1 General 27
16.4.2 Test procedure for single-core cables 27
16.4.3 Test procedure for three-core cables 27
16.4.4 Test voltage 27
16.4.5 Requirement 28
16.5 Electrical test on oversheath of the cable 28
17 Sample tests 28
17.1 General 28
17.2 Frequency of sample tests 28
17.2.1 Conductor examination and check of dimensions 28
17.2.2 Electrical and physical tests 28
17.3 Repetition of tests 29
17.4 Conductor examination 29
17.5 Measurement of thickness of insulation and of non-metal sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner extruded coverings) 29
17.5.1 General 29
17.5.2 Requirements for the insulation 29
17.5.3 Requirements for the non-metal sheaths 30
17.6 Measurement of thickness of lead sheath 30
17.6.1 General 30
17.6.2 Strip method 30
17.6.3 Ring method 30
17.7 Measurement of armour wires and tapes 30
17.7.1 Measurement on wires 30
17.7.2 Measurement on tapes 31
17.7.3 Requirements 31
17.8 Measurement of external diameter 31
17.9 Voltage test for 4 h 31

17.9.1 Sampling 31
17.9.2 Procedure 31
17.9.3 Test voltages 31
17.9.4 Requirements 31
17.10 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths 31
17.10.1 Procedure 31
17.10.2 Requirements 32
18 Type tests, electrical 32
18.1 General 32
18.2 Cables having conductor screens and insulation screens 32
18.2.1 General 32
18.2.2 Sequence of tests 32
18.2.3 Special provisions 32
18.2.4 Bending test 33
18.2.5 Partial discharge test 33
18.2.6 Tan δ measurement for cables of rated voltage 6/10 (12) kV and above 33
18.2.7 Heating cycle test 34
18.2.8 Impulse test followed by a voltage test 34
18.2.9 Voltage test for 4 h 34
18.2.10 Resistivity of semi-conducting screens 35
18.3 Cables of rated voltage 3,6/6 (7,2) kV having unscreened insulation 35
18.3.1 General 35
18.3.2 Insulation resistance measurement at ambient temperature 35
18.3.3 Insulation resistance measurement at maximum conductor temperature 36
18.3.4 Voltage test for 4 h 36
18.3.5 Impulse test 37
19 Type tests, non-electrical 37
19.1 General 37
19.2 Measurement of thickness of insulation 37
19.2.1 Sampling 37
19.2.2 Procedure 37
19.2.3 Requirements 37
19.3 Measurement of thickness of non-metal sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner coverings) 37
19.3.1 Sampling 37
19.3.2 Procedure 37
19.3.3 Requirements 38
19.4 Measurement of thickness of lead sheath 38
19.4.1 Sampling 38
19.4.2 Procedure 38
19.4.3 Requirements 38
19.5 Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing 38
19.5.1 Sampling 38
19.5.2 Ageing treatments 38
19.5.3 Conditioning and mechanical tests 38
19.5.4 Requirements 38

19.6 Tests for determining the mechanical properties of non-metal sheaths before and after ageing 38
19.6.1 Sampling 38
19.6.2 Ageing treatments 38
19.6.3 Conditioning and mechanical tests 38
19.6.4 Requirements 39
19.7 Additional ageing test on pieces of completed cables 39
19.7.1 General 39
19.7.2 Sampling 39
19.7.3 Ageing treatment 39
19.7.4 Mechanical tests 39
19.7.5 Requirements 39
19.8 Loss of mass test on PVC sheaths of type ST_2 39
19.8.1 Procedure 39
19.8.2 Requirements 39
19.9 Pressure test at high temperature on insulations and non-metal sheaths 39
19.9.1 Procedure 39
19.9.2 Requirements 39
19.10 Test on PVC insulation and sheaths at low temperatures 40
19.10.1 Procedure 40
19.10.2 Requirements 40
19.11 Test for resistance of PVC insulation and sheaths to cracking (heat shock test) 40
19.11.1 Procedure 40
19.11.2 Requirements 40
19.12 Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations 40
19.12.1 Procedure 40
19.12.2 Requirements 40
19.13 Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths 40
19.14 Oil immersion test for elastomeric sheaths 40
19.14.1 Procedure 40
19.14.2 Requirements 40
19.15 Water absorption test on insulation 40
19.15.1 Procedure 40
19.15.2 Requirements 40
19.16 Flame spread test on single cables 41
19.17 Measurement of carbon black content of black PE oversheaths 41
19.17.1 Procedure 41
19.17.2 Requirements 41
19.18 Shrinkage test for XLPE insulation 41
19.18.1 Procedure 41
19.18.2 Requirements 41
19.19 Thermal stability test for PVC insulation 41
19.19.1 Procedure 41
19.19.2 Requirements 41
19.20 Determination of hardness of HEPR insulation 41
19.20.1 Procedure 41
19.20.2 Requirements 41
19.21 Determination of the elastic modulus of HEPR insulation 41

19.21.1 Procedure 41
19.21.2 Requirements 42
19.22 Shrinkage test for PE oversheaths 42
19.22.1 Procedure 42
19.22.2 Requirements 42
19.23 Strippability test for insulation screen 42
19.23.1 General 42
19.23.2 Procedure 42
19.23.3 Requirements 42
19.24 Water penetration test 43
20 Electrical tests after installation 43
20.1 General 43
20.2 DC voltage test of the oversheath 43
20.3 Insulation test 43
20.3.1 AC testing 43
20.3.2 DC testing 44
Annex A (normative) Fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings 50
A.1 General 50
A.2 Method 50
A.2.1 Conductors 50
A.2.2 Cores 51
A.2.3 Diameter over laid-up cores 51
A.2.4 Inner coverings 51
A.2.5 Concentric conductors and metal screens 52
A.2.6 Lead sheath 53
A.2.7 Separation sheath 53
A.2.8 Lapped bedding 53
A.2.9 Additional bedding for tape-armoured cables (provided over the inner covering) 53
A.2.10 Armour 54
Annex B (informative) Tabulated continuous current ratings for cables having extruded insulation and a rated voltage from 3,6/6 kV up to 18/30 kV 55
B.1 General 55
B.2 Cable constructions 55
B.3 Temperatures 55
B.4 Soil thermal resistivity 56
B.5 Methods of installation 56
B.5.1 General 56
B.5.2 Single-core cables in air 56
B.5.3 Single-core cables buried direct 56
B.5.4 Single-core cables in earthenware ducts 57
B.5.5 Three-core cables 57
B.6 Screen bonding 58
B.7 Cable loading 58
B.8 Rating factors for grouped circuits 58
B.9 Correction factors 58
Annex C (normative) Rounding of numbers 74
C.1 Rounding of numbers for the purpose of the fictitious calculation method 74

C.2 Rounding of numbers for other purposes 74
Annex D (normative) Method of measuring resistivity of semi-conducting screens 75
Annex E (normative) Determination of hardness of HEPR insulations 78
E.1 Test piece 78
E.2 Test procedure 78
E.2.1 General 78
E.2.2 Surfaces of large radius of curvature 78
E.2.3 Surfaces of small radius of curvature 78
E.2.4 Conditioning and test temperature 78
E.2.5 Number of measurements 79
Annex F (normative) Water penetration test 80
F.1 Test piece 80
F.2 Test 80
F.3 Requirements 81
Annex G (informative) Determination of the cable conductor temperature 82
G.1 Purpose 82
G.2 Calibration of the temperature of the main test loop 82
G.2.1 General 82
G.2.2 Installation of cable and temperature sensors 82
G.2.3 Calibration method 84
G.3 Heating for the test 85
G.3.1 Method 1 – Test using a reference cable 85
G.3.2 Method 2 – Test using conductor temperature calculations and measurement of the surface temperature 85
Bibliography 87

Figure B.1 – Single-core cables in air 56
Figure B.2 – Single-core cables buried direct 57
Figure B.3 – Single-core cables in earthenware ducts 57
Figure B.4 – Three-core cables 58
Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens 77
Figure E.1 – Test on surfaces of large radius of curvature 79
Figure E.2 – Test on surfaces of small radius of curvature 79
Figure F.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test 81
Figure G.1 – Typical test set-up for the reference loop and the main test loop 83
Figure G.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop 84

Table 1 – Recommended rated voltages U_0 16
Table 2 – Insulating compounds 16
Table 3 – Maximum conductor temperatures for different types of insulating compound 16
Table 4 – Maximum conductor temperatures for different types of sheathing compound 17
Table 5 – Nominal thickness of PVC/B insulation 18
Table 6 – Nominal thickness of cross-linked polyethylene (XLPE) insulation 18

Table 7 – Nominal thickness of ethylene propylene rubber (EPR) and hard ethylene propylene rubber (HEPR) insulation 18
Table 8 – Thickness of extruded inner covering 20
Table 9 – Nominal diameter of round armour wires 24
Table 10 – Nominal thickness of armour tapes 24
Table 11 – Routine test voltages 28
Table 12 – Number of samples for sample tests 29
Table 13 – Sample test voltages 31
Table 14 – Impulse voltages 34
Table 15 – Electrical type test requirements for insulating compounds 44
Table 16 – Non-electrical type tests (see Tables 17 to 23) 44
Table 17 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds (before and after ageing) 45
Table 18 – Test requirements for particular characteristics for PVC insulating compound 46
Table 19 – Test requirements for particular characteristics of various crosslinked insulating compounds 47
Table 20 – Test requirements for mechanical characteristics of sheathing compounds (before and after ageing) 47
Table 21 – Test requirements for particular characteristics for PVC sheathing compounds 48
Table 22 – Test requirements for particular characteristics of PE (thermoplastic polyethylene) sheathing compounds 48
Table 23 – Test requirements for particular characteristics of elastomeric sheathing compound 49
Table A.1 – Fictitious diameter of conductor 51
Table A.2 – Increase of diameter for concentric conductors and metal screens 52
Table A.3 – Increase of diameter for additional bedding 53
Table B.1 – Nominal screen cross-sectional areas 55
Table B.2 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor 59
Table B.3 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor 60
Table B.4 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor 61
Table B.5 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor 62
Table B.6 – Current rating for three-core XLPE insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor, armoured and unarmoured 63
Table B.7 – Current rating for three-core XLPE insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor, armoured and unarmoured 64
Table B.8 – Current rating for three-core EPR insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Copper conductor, armoured and unarmoured 65
Table B.9 – Current rating for three-core EPR insulated cables – Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * – Aluminium conductor, armoured and unarmoured 66
Table B.10 – Correction factors for ambient air temperatures other than 30 °C 66
Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C 67

Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables 67
Table B.13 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for cables in ducts 67
Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables 68
Table B.15 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W single-core cables in buried ducts 68
Table B.16 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried three-core cables 69
Table B.17 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for three-core cables in ducts 69
Table B.18 – Correction factors for groups of three-core cables in horizontal formation laid direct in the ground 70
Table B.19 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables laid direct in the ground 70
Table B.20 – Correction factors for groups of three-core cables in single way ducts in horizontal formation 71
Table B.21 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables in single-way ducts 71
Table B.22 – Reduction factors for groups of more than one multi-core cable in air – To be applied to the current-carrying capacity for one multi-core cable in free air 72
Table B.23 – Reduction factors for groups of more than one circuit of single-core cables (Note 2) – To be applied to the current-carrying capacity for one circuit of single-core cables in free air 73

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV (U_m = 1,2 kV) UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

FOREWORD

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

International Standard IEC 60502-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2005, and constitutes a technical revision.

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

a) a simplified calculation procedure for the thickness of the lead sheath and the oversheath;
b) a new subclause for the determination of the cable conductor temperature;
c) a modified procedure for the routine voltage test;

d) a new subclause for a routine electrical test on oversheath;

e) modified requirements for the non-metal sheaths including semi-conductive layer;

f) modified tolerances for the bending test cylinder;

g) the inclusion of a 0,1Hz test after installation.

In addition, the modified structure of the IEC 60811 series has been adopted for this third edition.

The following editorial changes have been made within the English version:

– 'metallic' has been replaced by 'metal';

– 'thermosetting' has been replaced by 'crosslinked'.

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

FDIS	Report on voting
20/1469A/FDIS	20/1472/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60502 series, published under the general title *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)*, can be found on the IEC website.

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

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

POWER CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV (U_m = 1,2 kV) UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

1 Scope

This part of IEC 60502 specifies the construction, dimensions and test requirements of power cables with extruded solid insulation from 6 kV up to 30 kV for fixed installations such as distribution networks or industrial installations.

When determining applications, it is recommended that the possible risk of radial water ingress is considered. Cable designs with barriers claimed to prevent longitudinal water penetration and an associated test are included in this part of IEC 60502.

Cables for special installation and service conditions are not included, for example cables for overhead networks, the mining industry, nuclear power plants (in and around the containment area) nor for submarine use or shipboard application.

2 Normative references

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

IEC 60038, *IEC standard voltages*

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

IEC 60060-3, *High-voltage test techniques – Part 3: Definitions and requirements for on-site testing*

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

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229:2007, *Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion*

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

IEC 60287-3-1, Electric cables – *Calculation of the current rating – Part 3: Sections on operating conditions – Section 1: Reference operating conditions and selection of cable type*

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 60811 (all parts), *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*

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 60811-402, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 402: Miscellaneous tests – Water absorption tests*

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 60811-405, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 405: Miscellaneous tests – Thermal stability test for PVC insulations and PVC 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 60811-502, *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 60811-504, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 504: Mechanical tests – Bending tests at low temperature for insulation 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 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, *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 60811-605, *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 60853 (all parts), *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables*

IEC 60853-2, *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages*

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

IEC 60986, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 96
1 Domaine d'application 98
2 Références normatives 98
3 Termes et définitions 100
3.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.) 100
3.2 Définitions relatives aux essais 101
4 Désignation des tensions et des matériaux 101
4.1 Tensions assignées 101
4.2 Mélanges isolants 102
4.3 Mélanges pour gaine 103
5 Ames conductrices 104
6 Enveloppe isolante 104
6.1 Matériau 104
6.2 Épaisseur de l'enveloppe isolante 104
7 Ecrans 105
7.1 Généralités 105
7.2 Ecran sur âme 106
7.3 Ecran sur enveloppe isolante 106
8 Assemblage des câbles tripolaires, revêtements internes et bourrages 106
8.1 Généralités 106
8.2 Revêtements internes et bourrages 106
8.2.1 Constitution 106
8.2.2 Matériau 106
8.2.3 Epaisseur du revêtement interne extrudé 106
8.2.4 Epaisseur des revêtements internes rubanés 107
8.3 Câbles avec revêtement métallique collectif (voir Article 9) 107
8.4 Câbles comportant un revêtement métallique individuel sur chaque conducteur (voir Article 10) 107
9 Revêtements métalliques des câbles unipolaires et tripolaires 107
10 Ecran métallique 108
10.1 Constitution 108
10.2 Exigences 108
10.3 Ecrans métalliques non associés à une couche semiconductrice 108
11 Ame concentrique 108
11.1 Constitution 108
11.2 Exigences 108
11.3 Application 109
12 Gaine métallique 109
12.1 Gaine de plomb 109
12.2 Autres gaines métalliques 109
13 Armure métallique 109
13.1 Types d'armures métalliques 109
13.2 Matériaux 109
13.3 Disposition de l'armure 110
13.3.1 Câbles unipolaires 110

13.3.2 Câbles tripolaires 110
13.3.3 Gaine de séparation 110
13.3.4 Matelas rubané sous armure pour les câbles sous plomb 110
13.4 Dimensions des fils et des rubans d'armure 111
13.5 Correspondance entre les diamètres des câbles et les dimensions des armures 111
13.6 Armure de fils ronds ou méplats 111
13.7 Armure constituée de deux rubans 112
14 Gaine extérieure 112
14.1 Généralités 112
14.2 Matériau 112
14.3 Epaisseur 113
15 Conditions d'essais 113
15.1 Température ambiante 113
15.2 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle 113
15.3 Forme d'onde des tensions d'essai de choc 113
15.4 Détermination de la température de l'âme du câble 113
16 Essais individuels 113
16.1 Généralités 113
16.2 Résistance électrique des âmes 114
16.3 Essai de décharges partielles 114
16.4 Essai de tension 114
16.4.1 Généralités 114
16.4.2 Méthode d'essai pour les câbles unipolaires 114
16.4.3 Méthode d'essai pour les câbles tripolaires 114
16.4.4 Tension d'essai 115
16.4.5 Exigence 115
16.5 Essai électrique sur la gaine extérieure du câble 115
17 Essais sur prélèvements 115
17.1 Généralités 115
17.2 Fréquence des essais sur prélèvements 115
17.2.1 Examen de l'âme et vérifications dimensionnelles 115
17.2.2 Essais électriques et physiques 116
17.3 Répétition des essais 116
17.4 Examen de l'âme 116
17.5 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes et des gaines non métalliques (y compris les gaines de séparation extrudées, mais à l'exclusion des revêtements internes extrudés) 116
17.5.1 Généralités 116
17.5.2 Exigences pour les enveloppes isolantes 116
17.5.3 Exigences pour les gaines non métalliques 117
17.6 Mesure de l'épaisseur de la gaine de plomb 117
17.6.1 Généralités 117
17.6.2 Méthode «à plat» 117
17.6.3 Méthode de l'anneau 117
17.7 Mesure sur les fils et rubans d'armure 117
17.7.1 Mesure sur les fils 117
17.7.2 Mesure sur les rubans 118
17.7.3 Exigences 118

17.8 Mesure du diamètre extérieur 118
17.9 Essai de tension pendant 4 h 118
17.9.1 Echantillonnage 118
17.9.2 Mode opératoire 118
17.9.3 Tension d'essai 118
17.9.4 Exigences 118
17.10 Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en EPR, HEPR et PR et des gaines en matériau élastomérique 119
17.10.1 Mode opératoire 119
17.10.2 Exigences 119
18 Essais de type électriques 119
18.1 Généralités 119
18.2 Câbles comportant des écrans sur âme et sur enveloppe isolante 119
18.2.1 Généralités 119
18.2.2 Série d'essais 119
18.2.3 Dispositions particulières 120
18.2.4 Essai d'enroulement 120
18.2.5 Essai de décharges partielles 120
18.2.6 Mesure de tan δ pour les câbles de tension assignée supérieure ou égale à 6/10 (12) kV 121
18.2.7 Essai de cycles de chauffage 121
18.2.8 Essai aux ondes de choc suivi d'un essai de tension 121
18.2.9 Essai de tension pendant 4 h 122
18.2.10 Résistivité des écrans semiconducteurs 122
18.3 Câbles de tension assignée 3,6/6 (7,2) kV sans écran sur enveloppe isolante 122
18.3.1 Généralités 122
18.3.2 Mesure de la résistance d'isolement à la température ambiante 122
18.3.3 Mesure de la résistance d'isolement à la température maximale de l'âme 123
18.3.4 Essai de tension pendant 4 h 124
18.3.5 Essai aux ondes de choc 124
19 Essais de type non électriques 124
19.1 Généralités 124
19.2 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante 124
19.2.1 Echantillonnage 124
19.2.2 Mode opératoire 124
19.2.3 Exigences 125
19.3 Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques (y compris les gaines de séparation extrudées, mais à l'exclusion des revêtements internes) 125
19.3.1 Echantillonnage 125
19.3.2 Mode opératoire 125
19.3.3 Exigences 125
19.4 Mesure de l'épaisseur de la gaine de plomb 125
19.4.1 Échantillonnage 125
19.4.2 Mode opératoire 125
19.4.3 Exigences 125
19.5 Essais de détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement 125

19.5.1 Echantillonnage 125
19.5.2 Vieillissement 125
19.5.3 Conditionnement et essais mécaniques 125
19.5.4 Exigences 125
19.6 Détermination des propriétés mécaniques des gaines non métalliques avant et après vieillissement 126
19.6.1 Echantillonnage 126
19.6.2 Vieillissement 126
19.6.3 Conditionnement et essais mécaniques 126
19.6.4 Exigences 126
19.7 Essai additionnel de vieillissement sur tronçons de câbles complets 126
19.7.1 Généralités 126
19.7.2 Echantillonnage 126
19.7.3 Vieillissement 126
19.7.4 Essais mécaniques 126
19.7.5 Exigences 126
19.8 Essai de perte de masse des gaines en PVC du type ST_2 127
19.8.1 Mode opératoire 127
19.8.2 Exigences 127
19.9 Essai de pression à température élevée des enveloppes isolantes et des gaines non métalliques 127
19.9.1 Mode opératoire 127
19.9.2 Exigences 127
19.10 Essai à basse température de l'enveloppe isolante en PVC et des gaines en PVC 127
19.10.1 Mode opératoire 127
19.10.2 Exigences 127
19.11 Essai de résistance à la fissuration de l'enveloppe isolante en PVC et des gaines en PVC (essai de choc thermique) 127
19.11.1 Mode opératoire 127
19.11.2 Exigences 127
19.12 Essai de résistance à l'ozone des enveloppes isolantes en EPR et en HEPR 127
19.12.1 Mode opératoire 127
19.12.2 Exigences 127
19.13 Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en EPR, HEPR et PR et des gaines en matériau élastomérique 128
19.14 Essai de résistance à l'huile minérale des gaines en matériau élastomérique 128
19.14.1 Mode opératoire 128
19.14.2 Exigences 128
19.15 Essai d'absorption d'eau des enveloppes isolantes 128
19.15.1 Mode opératoire 128
19.15.2 Exigences 128
19.16 Essai de résistance à la propagation de la flamme sur câble seul 128
19.17 Mesure du taux de noir de carbone des gaines en PE de couleur noire 128
19.17.1 Mode opératoire 128
19.17.2 Exigences 128
19.18 Essai de rétraction des enveloppes isolantes en PR 128
19.18.1 Mode opératoire 128

19.18.2 Exigences 128
19.19 Essai de stabilité thermique de l'enveloppe isolante en PVC 129
19.19.1 Mode opératoire 129
19.19.2 Exigences 129
19.20 Détermination de la dureté de l'enveloppe isolante en HEPR 129
19.20.1 Mode opératoire 129
19.20.2 Exigences 129
19.21 Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR 129
19.21.1 Mode opératoire 129
19.21.2 Exigences 129
19.22 Essai de rétraction des gaines extérieures en PE 129
19.22.1 Mode opératoire 129
19.22.2 Exigences 129
19.23 Essai de pelabilité de l'écran sur enveloppe isolante 129
19.23.1 Généralités 129
19.23.2 Mode opératoire 130
19.23.3 Exigences 130
19.24 Essai de pénétration d'eau 130
20 Essais électriques après pose 130
20.1 Généralités 130
20.2 Essai sous tension continue de la gaine extérieure 131
20.3 Essai de l'enveloppe isolante 131
20.3.1 Essai sous tension alternative 131
20.3.2 Essai sous tension continue 131
Annexe A (normative) Méthode du calcul fictif pour déterminer les dimensions des revêtements de protection 137
A.1 Généralites 137
A.2 Méthode 137
A.2.1 Ames conductrices 137
A.2.2 Conducteurs 138
A.2.3 Diamètre sur conducteurs assemblés 138
A.2.4 Revêtements internes 138
A.2.5 Ames concentriques et écrans métalliques 139
A.2.6 Gaine de plomb 140
A.2.7 Gaine de séparation 140
A.2.8 Matelas rubané 140
A.2.9 Matelas supplémentaire pour les câbles avec armure de rubans (disposé sur le revêtement interne) 141
A.2.10 Armure 141
Annexe B (informative) Tableaux des courants admissibles en régime permanent pour des câbles ayant une enveloppe isolante extrudée et une tension assignée de 3,6/6 kV à 18/30 kV 142
B.1 Généralités 142
B.2 Constructions des câbles 142
B.3 Températures 143
B.4 Résistivité thermique du sol 143
B.5 Méthodes d'installation 143
B.5.1 Généralités 143
B.5.2 Câbles unipolaires dans l'air 143

B.5.3 Câbles unipolaires directement enterrés 144
B.5.4 Câbles unipolaires installés dans des conduits en terre cuite 144
B.5.5 Câbles tripolaires 145
B.6 Raccordement d'écran 145
B.7 Charge du câble 145
B.8 Facteurs de charge pour des circuits groupés 145
B.9 Facteurs de correction 146
Annexe C (normative) Arrondissement des nombres 161
C.1 Arrondissement des nombres pour l'utilisation de la méthode du calcul fictif 161
C.2 Arrondissement des nombres pour d'autres utilisations 161
Annexe D (normative) Méthode de mesure de la résistivité des écrans semiconducteurs 163
Annexe E (normative) Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR 166
E.1 Eprouvette 166
E.2 Procédure d'essai 166
E.2.1 Généralités 166
E.2.2 Surfaces de grand rayon de courbure 166
E.2.3 Surfaces de petit rayon de courbure 166
E.2.4 Conditionnement et température d'essai 167
E.2.5 Nombre de mesures 167
Annexe F (normative) Essai de pénétration d'eau 169
F.1 Eprouvette 169
F.2 Essai 169
F.3 Exigences 170
Annexe G (informative) Détermination de la température de l'âme du câble 171
G.1 Objectif 171
G.2 Étalonnage de la température de la boucle d'essai principale 171
G.2.1 Généralités 171
G.2.2 Montage du câble et des capteurs de température 171
G.2.3 Méthode d'étalonnage 173
G.3 Chauffage pour l'essai 174
G.3.1 Méthode 1 – Utilisation d'un câble de référence 174
G.3.2 Méthode 2 – Utilisation du calcul et de mesures de la température de surface pour déterminer la température de l'âme 174
Bibliographie 176

Figure B.1 – Câbles unipolaires dans l'air 144
Figure B.2 – Câbles unipolaires directement enterrés 144
Figure B.3 – Câbles unipolaires en conduits en terre cuite 144
Figure B.4 – Câbles tripolaires 145
Figure D.1 – Préparation des échantillons pour la mesure de la résistivité des écrans sur âme et sur enveloppe isolante 165
Figure E.1 – Essai des surfaces de grand rayon de courbure 167
Figure E.2 – Essai des surfaces de petit rayon de courbure 168
Figure F.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau 170

Figure G.1 – Montage typique de la boucle de référence et de la boucle principale d'essai 172
Figure G.2 – Exemple de mise en place des capteurs de température sur l'âme de la boucle de référence 173

Tableau 1 – Tensions assignées recommandées U_0 102
Tableau 2 – Mélanges isolants 102
Tableau 3 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges isolants 103
Tableau 4 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges pour gaine 103
Tableau 5 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en PVC/B 104
Tableau 6 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en polyéthylène réticulé (PR) 104
Tableau 7 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en caoutchouc d'éthylène propylène (EPR) et caoutchouc d'éthylène propylène dur (HEPR) 105
Tableau 8 – Epaisseur du revêtement interne extrudé 107
Tableau 9 – Diamètre nominal des fils d'armure ronds 111
Tableau 10 – Epaisseur nominale des rubans d'armure 111
Tableau 11 – Tension des essais individuels 115
Tableau 12 – Nombre d'échantillons pour essais sur prélèvements 116
Tableau 13 – Tension des essais sur prélèvements 118
Tableau 14 – Tensions d'essai aux ondes de choc 121
Tableau 15 – Exigences pour les essais de type électriques pour les mélanges isolants 132
Tableau 16 – Essais de type non électriques 132
Tableau 17 – Exigences d'essai pour les propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes (avant et après vieillissement) 133
Tableau 18 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PVC pour enveloppes isolantes 133
Tableau 19 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des divers mélanges réticulés pour enveloppes isolantes 134
Tableau 20 – Exigences d'essai pour les propriétés mécaniques des mélanges pour gaines (avant et après vieillissement) 134
Tableau 21 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PVC pour gaines 135
Tableau 22 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PE (polyéthylène thermoplastique) pour gaines 135
Tableau 23 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières de mélanges élastomériques pour gaines 136
Tableau A.1 – Diamètre fictif des âmes 138
Tableau A.2 – Augmentation de diamètre pour les âmes concentriques et les écrans métalliques 139
Tableau A.3 – Augmentation de diamètre pour le matelas supplémentaire 141
Tableau B.1 – Sections nominales d'écran 142
Tableau B.2 – Courants admissibles pour des câbles unipolaires avec une enveloppe isolante en PR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en cuivre 146
Tableau B.3 – Courants admissibles pour des câbles unipolaires avec une enveloppe isolante en PR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Ame en aluminium 147

Tableau B.4 – Courants admissibles pour des câbles unipolaires avec une enveloppe isolante en EPR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en cuivre 148

Tableau B.5 – Courants admissibles pour des câbles unipolaires avec une enveloppe isolante en EPR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en aluminium 149

Tableau B.6 – Courants admissibles pour des câbles tripolaires avec une enveloppe isolante en PR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en cuivre, câble armé et non armé 150

Tableau B.7 – Courants admissibles pour des câbles tripolaires avec une enveloppe isolante en PR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en aluminium, câble armé et non armé 151

Tableau B.8 – Courants admissibles pour des câbles tripolaires avec une enveloppe isolante en EPR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en cuivre, câble armé et non armé 152

Tableau B.9 – Courants admissibles pour des câbles tripolaires avec une enveloppe isolante en EPR – Tensions assignées de 3,6/6 kV à 18/30 kV * – Âme en aluminium, câble armé et non armé 153

Tableau B.10 – Facteurs de correction pour des températures de l'air ambiant autres que 30 °C 153

Tableau B.11 – Facteurs de correction pour des températures du sol ambiant autres que 20 °C 154

Tableau B.12 – Facteurs de correction pour des profondeurs de pose autres que 0,8 m pour des câbles directement enterrés 154

Tableau B.13 – Facteurs de correction pour des profondeurs de pose autres que 0,8 m pour des câbles en conduits 154

Tableau B.14 – Facteurs de correction pour des résistivités thermiques de sol autres que 1,5 K·m/W pour des câbles unipolaires directement enterrés 155

Tableau B.15 – Facteurs de correction pour des résistivités thermiques de sol autres que 1,5 K·m/W pour des câbles unipolaires en conduits enterrés 155

Tableau B.16 – Facteurs de correction pour des résistivités thermiques de sol autres que 1,5 K·m/W pour des câbles tripolaires directement enterrés 156

Tableau B.17 – Facteurs de correction pour des résistivités thermiques de sol autres que 1,5 K·m/W pour des câbles tripolaires en conduits enterrés 156

Tableau B.18 – Facteurs de correction pour des groupes de câbles tripolaires en nappe directement enterrés 157

Tableau B.19 – Facteurs de correction pour des groupes de circuits triphasés composés de câbles unipolaires directement enterrés 157

Tableau B.20 – Facteurs de correction pour des groupes de câbles tripolaires en conduits à passage simple en nappe 158

Tableau B.21 – Facteurs de correction pour des groupes de circuits triphasés de câbles unipolaires en conduits à passage simple 158

Tableau B.22 – Facteurs de réduction pour des groupes de plus d'un câble multipolaire dans l'air – À appliquer à la capacité de charge d'un câble multipolaire dans l'air libre 159

Tableau B.23 – Facteurs de réduction pour des groupes de plus d'un circuit de câbles unipolaires (Note 2) – À appliquer à la capacité de charge d'un circuit de câbles unipolaires dans l'air libre 160

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLANT EXTRUDÉ ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES DE 1 kV (U_m = 1,2 kV) À 30 kV (U_m = 36 kV) –

Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV (U_m = 7,2 kV) à 30 kV (U_m = 36 kV)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60502-2 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2005 et constitue une révision technique.

Des changements techniques significatifs ont été apportés par rapport à la deuxième édition:

a) une procédure de calcul simplifié pour l'épaisseur de la gaine de plomb et de la gaine extérieure;
b) un nouveau paragraphe concernant la détermination de la température de l'âme du câble;

c) une procédure modifiée des essais individuels de tension;

d) un nouveau paragraphe concernant l'essai individuel électrique de la gaine extérieure;

e) les exigences modifiées pour les gaines non métalliques y compris une couche semi-conductrice;

f) les tolérances modifiées concernant l'essai d'enroulement d'un cylindre d'essai;

g) l'ajout d'un essai sous 0,1 Hz après l'installation.

De plus, la structure modifiée de la série CEI 60811 est adoptée dans cette troisième édition.

Les deux remplacements «metallic» par «metal» et «thermosetting» par «crossliked» ne concernent que la version anglaise.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1469A/FDIS	20/1472/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60502, publiées sous le titre général *Câbles électriques à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV (U_m = 1,2 kV) à 30 kV (U_m = 36 kV)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «http://webstore.iec.ch» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLANT EXTRUDÉ ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES DE 1 kV (U_m = 1,2 kV) À 30 kV (U_m = 36 kV) –

Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV (U_m = 7,2 kV) à 30 kV (U_m = 36 kV)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60502 spécifie la constitution, les dimensions et les exigences d'essais des câbles d'énergie à isolation extrudée par diélectriques massifs, de tensions assignées de 6 kV à 30 kV, pour installations fixes telles que les réseaux de distribution ou les installations industrielles.

Pour la conception des câbles, il est recommandé de tenir compte du risque possible d'une entrée d'eau radiale. Les câbles dont la conception est déclarée comporter une barrière d'étanchéité longitudinale à l'eau et les essais qui y correspondent sont inclus dans cette partie de la CEI 60502.

Les câbles destinés à des conditions particulières d'installations et de service ne sont pas inclus, par exemple, les câbles pour réseaux aériens, pour l'industrie minière, pour les centrales nucléaires (à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte de confinement), les câbles sous-marins ou les câbles de bord des navires.

2 Références normatives

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

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

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

IEC 60060-3, *High-voltage test techniques – Part 3: Definitions and requirements for on-site testing* (disponible en anglais seulement)

CEI 60183, *Guide pour le choix des câbles à haute tension*

CEI 60228, *Ames des câbles isolés*

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

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

CEI 60287-3-1, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 3: Sections concernant les conditions de fonctionnement – Section 1: Conditions de fonctionnement de référence et sélection du type de câble*

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

CEI 60811 (toutes les parties), *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques*

CEI 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*

CEI 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*

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

CEI 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*

CEI 60811-402, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 402: Essais divers – Essais d'absorption d'eau*

CEI 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*

CEI 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*

CEI 60811-405, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 405: Essais divers – Essai de stabilité thermique pour les enveloppes isolantes et gaines en PVC*

CEI 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*

CEI 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*

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

CEI 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*

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

CEI 60811-505, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 503: Essais mécaniques – Essai d'allongement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

CEI 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*

CEI 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*

CEI 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*

CEI 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)*

CEI 60811-605, 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

CEI 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*

CEI 60853 (toutes les parties), *Calcul des capacités de transport des câbles pour les régimes de charge cycliques et de surcharge de secours*

CEI 60853-2, *Calcul des capacités de transport des câbles pour les régimes de charge cycliques et de surcharge de secours – Partie 2: Régime cyclique pour des câbles de tensions supérieures à 18/30 (36) kV et régimes de secours pour des câbles de toutes tensions*

CEI 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*

CEI 60986, *Limites de température de court-circuit des câbles électriques de tensions assignées de 6 kV (U_m = 7,2 kV) à 30 kV (U_m = 36 kV)*

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