

INTERNATIONAL STANDARD



**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

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1457-2

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

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 metallic layer (see Clause 9).....	21
8.4 Cables having a metallic layer over each individual core (see Clause 10).....	21
9 Metallic layers for single-core and three-core cables	21
10 Metallic screen.....	22
10.1 Construction.....	22
10.2 Requirements.....	22
10.3 Metallic 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 Metallic sheath.....	23
12.1 Lead sheath	23
12.2 Other metallic sheaths.....	23
13 Metallic armour	23
13.1 Types of metallic 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-metallic 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-metallic 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-metallic 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-metallic 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-metallic 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		
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 metal 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		
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 metallic 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.

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 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)*

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)

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 Épaisseur du revêtement interne extrudé	106
8.2.4 Épaisseur 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 $\tan \delta$ 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	Généralités	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 * – Âme 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 simplifiée 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 «crosslinked» 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 505: 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)*