

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)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)	10
3.2 Definitions concerning the tests	11
4 Voltage designations and materials	11
4.1 Rated voltages	11
4.2 Insulating compounds	12
4.3 Sheathing compounds	13
5 Conductors	14
6 Insulation	14
6.1 Material	14
6.2 Insulation thickness	14
7 Screening	15
7.1 Conductor screen	16
7.2 Insulation screen	16
8 Assembly of three-core cables, inner coverings and fillers	16
8.1 Inner coverings and fillers	16
8.2 Cables having a collective metallic layer (see Clause 9)	17
8.3 Cables having a metallic layer over each individual core (see Clause 10)	17
9 Metallic layers for single-core and three-core cables	18
10 Metallic screen	18
10.1 Construction	18
10.2 Requirements	18
10.3 Metallic screens not associated with semi-conducting layers	18
11 Concentric conductor	18
11.1 Construction	18
11.2 Requirements	19
11.3 Application	19
12 Metallic sheath	19
12.1 Lead sheath	19
12.2 Other metallic sheaths	19
13 Metallic armour	19
13.1 Types of metallic armour	19
13.2 Materials	20
13.3 Application of armour	20
13.4 Dimensions of the armour wires and armour tapes	21
13.5 Correlation between cable diameters and armour dimensions	21
13.6 Round or flat wire armour	22
13.7 Double tape armour	22

14	Oversheath	22
14.1	General	22
14.2	Material	23
14.3	Thickness	23
15	Test conditions	23
15.1	Ambient temperature	23
15.2	Frequency and waveform of power frequency test voltages	23
15.3	Waveform of impulse test voltages	23
16	Routine tests	24
16.1	General	24
16.2	Electrical resistance of conductors	24
16.3	Partial discharge test	24
16.4	Voltage test	24
17	Sample tests	25
17.1	General	25
17.2	Frequency of sample tests	26
17.3	Repetition of tests	26
17.4	Conductor examination	26
17.5	Measurement of thickness of insulation and of non-metallic sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner extruded coverings)	26
17.6	Measurement of thickness of lead sheath	27
17.7	Measurement of armour wires and tapes	28
17.8	Measurement of external diameter	28
17.9	Voltage test for 4 h	28
17.10	Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths	29
18	Type tests, electrical	29
18.1	Cables having conductor screens and insulation screens	29
18.2	Cables of rated voltage ≤ 60 (7,2) kV having unscreened insulation	33
19	Type tests, non-electrical	35
19.1	Measurement of thickness of insulation	35
19.2	Measurement of thickness of non-metallic sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner coverings)	35
19.3	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	35
19.4	Tests for determining the mechanical properties of non-metallic sheaths before and after ageing	36
19.5	Additional ageing test on pieces of completed cables	36
19.6	Loss of mass test on PVC sheaths of type ST ₂	37
19.7	Pressure test at high temperature on insulations and non-metallic sheaths	37
19.8	Test on PVC insulation and sheaths at low temperatures	37
19.9	Test for resistance of PVC insulation and sheaths to cracking (heat shock test)	37
19.10	Ozone resistance test for EPR and HEPR insulations	38
19.11	Hot set test for EPR, HEPR and XLPE insulations and elastomeric sheaths	38
19.12	Oil immersion test for elastomeric sheaths	38
19.13	Water absorption test on insulation	38

19.14	Flame spread test on single cables	38
19.15	Measurement of carbon black content of black PE oversheaths	38
19.16	Shrinkage test for XLPE insulation	39
19.17	Thermal stability test for PVC insulation	39
19.18	Determination of hardness of HEPR insulation	39
19.19	Determination of the elastic modulus of HEPR insulation	39
19.20	Shrinkage test for PE oversheaths	39
19.21	Strippability test for insulation screen	40
19.22	Water penetration test	40
20	Electrical tests after installation	41
20.1	D.C. voltage test of the oversheath	41
20.2	Insulation test	41
Annex A (normative)	Fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings	47
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	52
Annex C (normative)	Rounding of numbers	72
Annex D (normative)	Method of measuring resistivity of semi-conducting screens	73
Annex E (normative)	Determination of hardness of HEPR insulations	75
Annex F (normative)	Water penetration test	77
Bibliography	79
Figure B.1	– Single-core cables in air	53
Figure B.2	– Single-core cables buried directly	54
Figure B.3	– Single-core cables in earthenware ducts	54
Figure B.4	– Three-core cables	55
Figure D.1a	– Measurement of the volume resistivity of the conductor screen	74
Figure D.1b	– Measurement of the volume resistivity of the insulation screen	74
Figure D.1	– Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens	74
Figure E.1	– Test on surfaces of large radius of curvature	76
Figure E.2	– Test on surfaces of small radius of curvature	76
Figure F.1	– Schematic diagram of apparatus for water penetration test	78
Table 1	– Recommended rated voltages U_0	12
Table 2	– Insulating compounds	13
Table 3	– Maximum conductor temperatures for different types of insulating compound	13
Table 4	– Maximum conductor temperatures for different types of sheathing compound	14
Table 5	– Nominal thickness of PVC/B insulation	14
Table 6	– Nominal thickness of cross-linked polyethylene (XLPE) insulation	15

Table 7 – Nominal thickness of ethylene propylene rubber (EPR) and hard ethylene propylene rubber (HEPR) insulation	15
Table 8 – Thickness of extruded inner covering	17
Table 9 – Nominal diameter of round armour wires	21
Table 10 – Nominal thickness of armour tapes	22
Table 11 – Routine test voltages	25
Table 12 – Number of samples for sample tests	26
Table 13 – Sample test voltages	29
Table 14 – Impulse voltages	32
Table 15 – Electrical type test requirements for insulating compounds	41
Table 16 – Non-electrical type tests (see Tables 17 to 23)	42
Table 17 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds (before and after ageing)	43
Table 18 – Test requirements for particular characteristics for PVC insulating compound	43
Table 19 – Test requirements for particular characteristics of various thermosetting insulating compounds	44
Table 20 – Test requirements for mechanical characteristics of sheathing compounds (before and after ageing)	44
Table 21 – Test requirements for particular characteristics for PVC sheathing compounds	45
Table 22 – Test requirements for particular characteristics of PE (thermoplastic polyethylene) sheathing compounds	45
Table 23 – Test requirements for particular characteristics of elastomeric sheathing compound	46
Table A.1 – Fictitious diameter of conductor	48
Table A.2 – Increase of diameter for concentric conductors and metallic screens	49
Table A.3 – Increase of diameter for additional bedding	51
Table B.1 – Nominal screen cross-sectional areas	52
Table B.2 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * Copper conductor	56
Table B.3 – Current ratings for single-core cables with XLPE insulation Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * Aluminium conductor	57
Table B.4 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * Copper conductor	58
Table B.5 – Current ratings for single-core cables with EPR insulation Rated voltage 3,6/6 kV to 18/30 kV * Aluminium conductor	59
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	60
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	61
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	62

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.....	63
Table B.10 – Correction factors for ambient air temperatures other than 30 °C	64
Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C	64
Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables	64
Table B.13 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for cables in ducts	65
Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K•m/W for direct buried single-core cables	65
Table B.15 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K•m/W single-core cables in buried ducts	66
Table B.16 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K•m/W for direct buried three-core cables	66
Table B.17 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K•m/W for three-core cables in ducts.....	67
Table B.18 – Correction factors for groups of 3-core cables in horizontal formation laid direct in the ground	67
Table B.19 – Correction factors for groups of 3-phase circuits of single-core cables laid direct in the ground	68
Table B.20 – Correction factors for groups of 3-core cables in single way ducts in horizontal formation	68
Table B.21 – Correction factors for groups of 3-phase circuits of single-core cables in single-way ducts.....	69
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	70
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	71

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 informative 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 second edition cancels and replaces the first edition published in 1997, its amendment 1 (1998) and its corrigendum 1 (1999) and constitutes a technical revision.

Significant technical changes with respect to the first edition have been made. The changes relate to possible water ingress, large conductor sizes, partial discharge requirements, insulation and oversheath thickness requirements, range of type approval, electrical tests after installation and tabulated current ratings.

IEC 60502 consists of the following parts, under the general title *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 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV);
- Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV);
- Part 3: Reserved;
- Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).

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

FDIS	Report on voting
20/749/FDIS	20/763/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038, *IEC standard voltages*

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

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

IEC 60228, *Conductors for insulated cables*

IEC 60229, *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 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 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.....	85
1 Domaine d'application	87
2 Références normatives.....	87
3 Termes et définitions	88
3.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.)	88
3.2 Définitions relatives aux essais.....	89
4 Désignation des tensions et des matériaux	89
4.1 Tensions assignées.....	89
4.2 Mélanges isolants.....	90
4.3 Mélanges pour gaine	91
5 Ames conductrices	92
6 Enveloppe isolante.....	92
6.1 Matériau.....	92
6.2 Épaisseur de l'enveloppe isolante.....	92
7 Ecrans	93
7.1 Ecran sur âme.....	94
7.2 Ecran sur enveloppe isolante.....	94
8 Assemblage des câbles tripolaires, revêtements internes et bourrages	94
8.1 Revêtements internes et bourrages	94
8.2 Câbles avec revêtement métallique collectif (voir Article 9)	95
8.3 Câbles comportant un revêtement métallique individuel sur chaque conducteur (voir Article 10).....	95
9 Revêtements métalliques des câbles unipolaires et tripolaires	96
10 Ecran métallique	96
10.1 Constitution.....	96
10.2 Exigences	96
10.3 Ecrans métalliques non associés à une couche semi-conductrice.....	96
11 Ame concentrique	96
11.1 Constitution.....	96
11.2 Exigences	97
11.3 Application	97
12 Gaine métallique	97
12.1 Gaine de plomb.....	97
12.2 Autres gaines métalliques.....	97
13 Armure métallique	97
13.1 Types d'armures métalliques	97
13.2 Matériaux	98
13.3 Disposition de l'armure.....	98
13.4 Dimensions des fils et des rubans d'armure	99
13.5 Correspondance entre les diamètres des câbles et les dimensions des armures.....	99
13.6 Armure de fils ronds ou méplats	100
13.7 Armure constituée de deux rubans.....	100

14	Gaine extérieure.....	100
14.1	Généralités	100
14.2	Matériau.....	101
14.3	Epaisseur.....	101
15	Conditions d'essais	101
15.1	Température ambiante.....	101
15.2	Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle	101
15.3	Forme d'onde des tensions d'essai de choc	101
16	Essais individuels.....	102
16.1	Généralités	102
16.2	Résistance électrique des âmes	102
16.3	Essai de décharges partielles	102
16.4	Essai de tension.....	102
17	Essais sur prélèvements.....	103
17.1	Généralités	103
17.2	Fréquence des essais sur prélèvements	104
17.3	Répétition des essais	104
17.4	Examen de l'âme.....	104
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)	104
17.6	Mesure de l'épaisseur de la gaine de plomb.....	105
17.7	Mesure sur les fils et rubans d'armure	106
17.8	Mesure du diamètre extérieur	106
17.9	Essai de tension pendant 4 h.....	106
17.10	Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en EPR, HEPR et PR et des gaines en matériau élastomérique	107
18	Essais de type électriques	107
18.1	Câbles comportant des écrans sur âme et sur enveloppe isolante.....	107
18.2	Câbles de tension assignée 3,6/6 (7,2) kV sans écran sur enveloppe isolante.....	111
19	Essais de type non électriques	113
19.1	Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	113
19.2	Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques (y compris les gaines de séparation extrudées, mais à l'exclusion des revêtements internes)	113
19.3	Essais de détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	113
19.4	Détermination des propriétés mécaniques des gaines non métalliques avant et après vieillissement	114
19.5	Essai additionnel de vieillissement sur tronçons de câbles complets	114
19.6	Essai de perte de masse des gaines en PVC du type ST ₂	115
19.7	Essai de pression à température élevée des enveloppes isolantes et des gaines non métalliques	115
19.8	Essai à basse température de l'enveloppe isolante en PVC et des gaines en PVC.....	115
19.9	Essai de résistance à la fissuration de l'enveloppe isolante en PVC et des gaines en PVC (essai de choc thermique).....	115
19.10	Essai de résistance à l'ozone des enveloppes isolantes en EPR et en HEPR	116
19.11	Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en EPR, HEPR et PR et des gaines en matériau élastomérique	116
19.12	Essai de résistance à l'huile minérale des gaines en matériau élastomérique	116
19.13	Essai d'absorption d'eau des enveloppes isolantes	116

19.14 Essai de résistance à la propagation de la flamme	116
19.15 Mesure du taux de noir de carbone des gaines en PE de couleur noire.....	116
19.16 Essai de rétraction des enveloppes isolantes en PR.....	117
19.17 Essai de stabilité thermique de l'enveloppe isolante en PVC.....	117
19.18 Détermination de la dureté de l'enveloppe isolante en HEPR.....	117
19.19 Détermination du module d'élasticité de l'enveloppe isolante en HEPR.....	117
19.20 Essai de rétraction des gaines extérieures en PE	117
19.21 Essai de pelabilité de l'écran sur enveloppe isolante	118
19.22 Essai de pénétration d'eau.....	118
20 Essais électriques après pose	119
20.1 Essai sous tension continue de la gaine extérieure	119
20.2 Essai de l'enveloppe isolante.....	119
Annexe A (normative) Méthode du calcul fictif pour déterminer les dimensions des revêtements de protection	125
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	130
Annexe C (normative) Arrondissement des nombres	150
Annexe D (normative) Méthode de mesure de la résistivité des écrans semi-conducteurs	151
Annexe E (normative) Détermination de la dureté des enveloppes isolantes en HEPR.....	153
Annexe F (normative) Essai de pénétration d'eau.....	155
Bibliographie	157
Figure B.1 – Câbles unipolaires dans l'air	131
Figure B.2 – Câbles unipolaires directement enterrés.....	132
Figure B.3 – Câbles unipolaires en conduits en terre cuite	132
Figure B.4 – Câbles tripolaires.....	133
Figure D.1a – Mesure de la résistivité volumique de l'écran sur âme	152
Figure D.1b – Mesure de la résistivité volumique de l'écran sur enveloppe isolante	152
Figure D.1 – Préparation des échantillons pour la mesure de la résistivité des écrans sur âme et sur enveloppe isolante.....	152
Figure E.1 – Essai des surfaces de grand rayon de courbure	154
Figure E.2 – Essai des surfaces de petit rayon de courbure	154
Figure F.1 – Schéma de principe de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau	156
Tableau 1 – Tensions assignées recommandées U_0	90
Tableau 2 – Mélanges isolants.....	91
Tableau 3 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges isolants	91
Tableau 4 – Températures maximales de l'âme pour les différents types de mélanges pour gaine	92
Tableau 5 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en PVC/B	92
Tableau 6 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en polyéthylène réticulé (PR).....	93

Tableau 7 – Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante en caoutchouc d'éthylène propylène (EPR) et caoutchouc d'éthylène propylène dur (HEPR)	93
Tableau 8 – Epaisseur du revêtement interne extrudé	95
Tableau 9 – Diamètre nominal des fils d'armure ronds	99
Tableau 10 – Epaisseur nominale des rubans d'armure.....	100
Tableau 11 – Tension des essais individuels.....	103
Tableau 12 – Nombre d'échantillons pour essais sur prélèvements	104
Tableau 13 – Tension des essais sur prélèvements.....	107
Tableau 14 – Tensions d'essai aux ondes de choc	110
Tableau 15 – Exigences pour les essais de type électriques pour les mélanges isolants	119
Tableau 16 – Essais de type non électriques.....	120
Tableau 17 – Exigences d'essai pour les propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes (avant et après vieillissement)	121
Tableau 18 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PVC pour enveloppes isolantes.....	121
Tableau 19 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des divers mélanges réticulés pour enveloppes isolantes	122
Tableau 20 – Exigences d'essai pour les propriétés mécaniques des mélanges pour gaines (avant et après vieillissement)	122
Tableau 21 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PVC pour gaines.....	123
Tableau 22 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières des mélanges à base de PE (polyéthylène thermoplastique) pour gaines.....	123
Tableau 23 – Exigences d'essai pour les propriétés particulières de mélanges élastomériques pour gaines	124
Tableau A.1 – Diamètre fictif des âmes	126
Tableau A.2 – Augmentation de diamètre pour les âmes concentriques et les écrans métalliques.....	127
Tableau A.3 – Augmentation de diamètre pour le matelas supplémentaire.....	129
Tableau B.1 – Sections nominales d'écran.....	130
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.....	134
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.....	135
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.....	136
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	137
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	138
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	139
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	140

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	141
Tableau B.10 – Facteurs de correction pour des températures de l’air ambiant autres que 30 °C	142
Tableau B.11 – Facteurs de correction pour des températures du sol ambiant autres que 20 °C	142
Tableau B.12 – Facteurs de correction pour des profondeurs de pose autres que 0,8 m pour des câbles directement enterrés	142
Tableau B.13 – Facteurs de correction pour des profondeurs de pose autres que 0,8 m pour des câbles en conduits	143
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	143
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	144
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	144
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	145
Tableau B.18 – Facteurs de correction pour des groupes de câbles tripolaires en nappe directement enterrés	145
Tableau B.19 – Facteurs de correction pour des groupes de circuits composés de câbles unipolaires directement enterrés	146
Tableau B.20 – Facteurs de correction pour des groupes de câbles tripolaires en conduits à passage simple en nappe.....	145
Tableau B.21 – Facteurs de correction pour des groupes de circuits triphasés de câbles unipolaires en conduits à passage simple	147
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.....	148
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	149

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété 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 deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1997, son amendement 1 (1998) et son corrigendum 1 (1999) et constitue une révision technique.

Des changements techniques significatifs ont été apportés par rapport à la première édition. Les changements concernent les essais en cas d'entrée possible d'eau dans les câbles, les conducteurs de grosse section, les exigences concernant les décharges partielles, les exigences concernant les épaisseurs des enveloppes isolantes et des gaines de protections extérieures, l'étendue de l'acceptation de type, les essais après pose et les tableaux des courants admissibles.

La CEI 60502 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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 1: Câbles de tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) et 3 kV ($U_m = 3,6$ kV);
- Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV);
- Partie 3: Réservée;
- Partie 4: Exigences d'essai pour les accessoires de câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/749/FDIS	20/763/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.

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 de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

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

CEI 60228, *Ames des câbles isolés*

CEI 60229, *Essais sur les gaines extérieures des câbles, qui ont une fonction spéciale de protection et sont appliquées par extrusion*

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

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 60811-1-1, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles optiques – Partie 1-1: Méthodes d'application générale – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60811-1-2, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section deux: Méthodes de vieillissement thermique*

CEI 60811-1-3, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 1-3: Application générale – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction*

CEI 60811-1-4, *Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 4: Essais à basse température*

CEI 60811-2-1, *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 2-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères – Essais relatifs à la résistance à l'ozone à l'allongement à chaudet à la résistance à l'huile*

CEI 60811-3-1, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 3: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Section 1: Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*

CEI 60811-3-2, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 3: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Section 2: Essai de perte de masse – Essai de stabilité thermique*

CEI 60811-4-1, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Méthodes d'essais communes – Partie 4-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement – Mesure de l'indice de fluidité à chaud - Mesure dans le polyéthylène du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales par méthode de combustion directe – Mesure du taux de noir de carbone par analyse thermogravimétrique – Évaluation de la dispersion du noir de carbone dans le polyéthylène au moyen d'un microscope*

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)*