



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



High voltage direct current (HVDC) power transmission – Cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages up to 320 kV for land applications – Test methods and requirements

Câbles haute tension en courant continu (CCHT) – Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées jusqu'à 320 kV pour les applications terrestres – Méthodes et exigences d'essai

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-4292-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
3.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)	11
3.2 Definitions concerning tests	12
3.3 Other definitions	12
4 Voltage designations and materials	13
4.1 Rated voltage	13
4.2 (spare).....	14
4.3 Cable insulating materials.....	14
4.4 Cable metal screens/sheaths	14
4.4.1 General	14
4.4.2 Metal sheath.....	14
4.4.3 Combined design (CD)	14
4.4.4 Separate design (SD)	14
4.5 Cable oversheathing materials.....	15
5 Precautions against longitudinal water penetration in cables	15
6 Cable characteristics	15
7 Accessory characteristics	16
8 Test objects & conditions.....	16
8.1 Definitions concerning test objects.....	16
8.2 Test voltages	17
8.3 Thermal conditions.....	18
8.4 Polarity reversal test	19
8.5 Superimposed impulse voltage test.....	19
8.5.1 General	19
8.5.2 Superimposed lightning impulse voltage	20
8.5.3 Superimposed switching impulse voltage.....	20
8.6 Relationship between test voltages and rated voltages	20
8.7 Determination of the cable conductor temperature	20
8.8 Rest period	20
9 Routine tests on cables and on the main insulation of prefabricated accessories.....	20
9.1 General.....	20
9.2 Voltage test	21
9.3 Electrical test on oversheath of the cable.....	21
10 Sample tests on cables.....	21
10.1 General.....	21
10.2 Frequency of tests	21
10.3 Repetition of tests.....	21
10.4 Conductor examination	22
10.5 Measurement of electrical resistance of conductor and of metal screen/sheath	22

10.6	Measurement of thickness of insulation and cable oversheath	22
10.6.1	General	22
10.6.2	Requirements for the insulation	22
10.6.3	Requirements for the cable oversheath.....	22
10.7	Measurement of thickness of metal sheath.....	23
10.7.1	Lead or lead alloy sheath.....	23
10.7.2	Plain or corrugated aluminium sheath	23
10.8	Measurement of diameter	24
10.9	Hot set test for XLPE and EPR insulations	24
10.9.1	Procedure.....	24
10.9.2	Requirements	24
10.10	Measurement of capacitance	24
10.11	Measurement of density of HDPE insulation.....	24
10.11.1	Procedure.....	24
10.11.2	Requirements	24
10.12	Impulse voltage test.....	24
10.13	Water penetration test.....	25
10.14	Adhesion and peel strength of the laminated metal foil.....	25
11	Sample tests on accessories	25
11.1	Tests on components	25
11.2	Tests on complete accessory	25
12	Type tests on cable systems.....	25
12.1	General.....	25
12.2	Range of type approval	25
12.3	Summary of type tests	26
12.4	Electrical type tests on complete cable systems.....	27
12.4.1	Test voltage values.....	27
12.4.2	Tests and sequence of tests	27
12.4.3	Bending test	27
12.4.4	Heating cycle voltage test.....	28
12.4.5	Superimposed impulse voltage test.....	29
12.4.6	Examination.....	30
12.4.7	Resistivity of semi-conducting screens	30
12.5	Non-electrical type tests on cable components and on complete cable.....	31
12.5.1	General	31
12.5.2	Check of cable construction.....	31
12.5.3	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	31
12.5.4	Tests for determining the mechanical properties of oversheaths before and after ageing	32
12.5.5	Ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials	32
12.5.6	Loss of mass test on PVC oversheaths of type ST ₂	32
12.5.7	Pressure test at high temperature on oversheaths	33
12.5.8	Test on PVC oversheaths (ST ₁ and ST ₂) at low temperature.....	33
12.5.9	Heat shock test for PVC oversheaths (ST ₁ and ST ₂).....	33
12.5.10	Ozone resistance test for EPR insulation	33
12.5.11	Hot set test for EPR and XLPE insulations.....	33
12.5.12	Measurement of density of HDPE insulation	33

12.5.13	Measurement of carbon black content of black PE oversheaths (ST ₃ and ST ₇)	33
12.5.14	Test under fire conditions	34
12.5.15	Water penetration test	34
13	Prequalification test of the cable system	34
13.1	General and range of prequalification test approval	34
13.2	Prequalification test on complete cable system	35
13.2.1	Summary of prequalification tests	35
13.2.2	Test voltage values	35
13.2.3	Test arrangement	35
13.2.4	Heating cycle voltage test	36
13.2.5	Superimposed impulse voltage test	36
13.2.6	Examination	36
13.3	Tests for the extension of the PQ of a cable system	37
14	Type test on cables	37
15	Type test on accessories	37
16	Electrical tests after installation	37
16.1	General	37
16.2	DC voltage test of the oversheath	37
16.3	High voltage test of the insulation	37
16.4	TDR measurement	37
Annex A (informative)	Determination of the cable conductor temperature	45
A.1	Purpose	45
A.2	Calibration of the temperature of the main test loop	45
A.2.1	General	45
A.2.2	Installation of cable and temperature sensors	45
A.2.3	Calibration method	47
A.3	Heating for the test	47
Annex B (normative)	Rounding of numbers	49
Annex C (informative)	List of type and prequalification tests of cable systems	50
Annex D (normative)	Method of measuring resistivity of semi-conducting screens	51
Annex E (normative)	Water penetration test	53
E.1	Test piece	53
E.2	Test	53
E.3	Requirements	53
Annex F (normative)	Tests on components of cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath	55
F.1	Visual inspection	55
F.2	Adhesion strength of metal foil – Procedure	55
F.3	Peel strength of overlapped metal foil – Procedure	56
Annex G (informative)	Development test on cable and cable system with longitudinal applied metal foil, bonded to the oversheath	57
G.1	General	57
G.2	List of tests	57
G.2.1	Tests on cable	57
G.2.2	Tests on cable system – Short circuit test including accessories	57

Annex H (normative) Tests of outer protection for joints.....	58
H.1 General.....	58
H.2 Range of approval.....	58
H.3 Water immersion and heat cycling.....	58
H.4 Voltage tests.....	58
H.4.1 General	58
H.4.2 Assemblies embodying accessories without sheath sectionalizing insulation.....	58
H.4.3 Assemblies embodying accessories with sheath sectionalizing insulation.....	59
H.5 Examination of test assembly.....	59
Annex I (normative) Return cable.....	60
Annex J (informative) TDR measurement.....	61
Bibliography.....	62
Figure 1 – Example of configuration of test objects within a test loop.....	17
Figure 2 – Schematic representations of the switching impulse and lightning impulse test voltages	18
Figure A.1 – Schematic of sensor position in test set-up for the reference loop and the main test loop	46
Figure A.2 – Example of an arrangement of the temperature sensors on the conductor of the reference loop.....	47
Figure D.1 – Preparation of samples for measurement of resistivity of conductor and insulation screens.....	52
Figure E.1 – Schematic diagram of apparatus for water penetration test.....	54
Figure F.1 – Test arrangement for adhesion strength of metal foil.....	55
Figure F.2 – Example of overlapped metal foil	56
Figure F.3 – Test arrangement for peel strength of overlapped metal foil.....	56
Figure J.1 – Circuit diagram for TDR testing, traditional transmission line diagram, π - model	61
Table 1 – Insulation compounds for cables	38
Table 2 – Oversheathing compounds for cables.....	38
Table 3 – Test requirements for particular characteristics of insulating compounds for cables.....	38
Table 4 – Non-electrical type tests for insulating and oversheath compounds for cables.....	39
Table 5 – Test requirements for adhesion or peel strength forces	39
Table 6 – Sequence of heating cycle voltage test for LCC type test	39
Table 7 – Sequence of heating cycle voltage test for VSC type test.....	40
Table 8 – Sequence of switching and lightning impulse test for LCC type test.....	40
Table 9 – Sequence of switching and lightning impulse test for VSC type test.....	40
Table 10 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating compounds for cables (before and after ageing)	41
Table 11 – Test requirements for mechanical characteristics of oversheathing compounds for cables (before and after ageing)	42
Table 12 – Test requirements for particular characteristics of PVC oversheathing for cables.....	43

Table 13 – Sequence of heating cycle voltage test for LCC PQ test	43
Table 14 – Sequence of heating cycle voltage test for VSC PQ test	44
Table C.1 – Type tests on cable systems	50
Table C.2 – PQ tests on cable systems	50
Table H.1 – Impulse voltage tests	59

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) POWER TRANSMISSION – CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES UP TO 320 kV FOR LAND APPLICATIONS – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

FOREWORD

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

International Standard IEC 62895 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

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

FDIS	Report on voting
20/1708A/FDIS	20/1726/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 stability date indicated on the IEC website 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.

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

INTRODUCTION

As a result of major developments in cable systems with extruded insulation for high voltage DC (HVDC) applications, CIGRE study committee B1 set up working group (WG) B1.32 in 2008 with the aim to prepare recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage of up to 500 kV.

The recommendations of WG B1.32 were published in TB 496 in April 2012. At the time of preparing the CIGRE recommendation there was laboratory experience at voltages up to and including 500 kV, but operating experience was limited to 200 kV. At the time of preparation of this standard several projects up to 320 kV are in progress and many others are planned for the near future.

A list of relevant references is given in the Bibliography.

HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) POWER TRANSMISSION – CABLES WITH EXTRUDED INSULATION AND THEIR ACCESSORIES FOR RATED VOLTAGES UP TO 320 kV FOR LAND APPLICATIONS – TEST METHODS AND REQUIREMENTS

1 Scope

This International Standard specifies test methods and requirements for HVDC transmission power cable systems, employing cables with extruded insulation and their accessories, for fixed land installations, for rated voltages up to and including 320 kV.

Within the scope of this standard “extruded insulation” means insulation manufactured by extrusion of either thermoplastic (e.g. polyethylene) or crosslinked (e.g. crosslinked polyethylene, ethylene propylene rubber, etc.) material. The insulation material may be either unfilled or filled (e.g. with mineral or carbon).

The requirements apply to single-core cables in combination with their accessories, outdoor and terminations for gas insulated systems, joints, and asymmetric joints for usual conditions of installation and operation, but not to special cables and their accessories, such as submarine cables, for which modifications to the standard tests may be necessary or special test conditions may need to be devised.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

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

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

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*
IEC 60287-1-1:2006/AMD1:2014

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 60502-2:2014, *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)*

IEC 60502-4, *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 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)*

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

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

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-409, *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 60811-412, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 412: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air bomb*

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 60811-505, *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 62067, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Test methods and requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	69
INTRODUCTION.....	71
1 Domaine d'application	72
2 Références normatives	72
3 Termes et définitions	74
3.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.).....	74
3.2 Définitions relatives aux essais	74
3.3 Autres définitions	75
4 Désignations des tensions et matériaux.....	76
4.1 Tension assignée.....	76
4.2 (en attente).....	76
4.3 Mélanges isolants pour câbles	76
4.4 Écrans et gaines métalliques pour câbles	77
4.4.1 Généralités.....	77
4.4.2 Gaine métallique.....	77
4.4.3 Construction combinée (CD).....	77
4.4.4 Construction séparée (SD)	77
4.5 Mélanges pour gaines extérieures de câbles.....	77
5 Précautions contre l'entrée longitudinale d'eau dans les câbles.....	78
6 Caractéristiques du câble	78
7 Caractéristiques des accessoires	79
8 Objets et conditions d'essai	80
8.1 Définitions relatives aux objets d'essai.....	80
8.2 Tensions d'essai	80
8.3 Conditions thermiques	82
8.4 Essai d'inversion de polarité	83
8.5 Essai de tensions de choc superposées.....	84
8.5.1 Généralités.....	84
8.5.2 Tension de choc de foudre superposée	84
8.5.3 Tension de choc de manœuvre superposée.....	84
8.6 Relation entre tensions d'essai et tensions assignées.....	84
8.7 Détermination de la température de l'âme du câble.....	84
8.8 Période de repos	84
9 Essais individuels de série des câbles et de l'isolation principale des accessoires préfabriqués	85
9.1 Généralités	85
9.2 Essai de tension	85
9.3 Essai électrique sur la gaine extérieure du câble	85
10 Essais sur prélèvements des câbles	85
10.1 Généralités	85
10.2 Fréquence des essais	86
10.3 Répétition des essais.....	86
10.4 Examen de l'âme	86
10.5 Mesure de la résistance électrique de l'âme et de l'écran/la gaine métallique	86
10.6 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante et de celle de la gaine extérieure du câble	87

10.6.1	Généralités	87
10.6.2	Exigences relatives à l'enveloppe isolante	87
10.6.3	Exigences relatives à la gaine extérieure du câble	87
10.7	Mesure de l'épaisseur de la gaine métallique	88
10.7.1	Gaine en plomb ou en alliage de plomb	88
10.7.2	Gaine lisse ou ondulée en aluminium	88
10.8	Mesure des diamètres	89
10.9	Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolantes en PR et en EPR	89
10.9.1	Mode opératoire	89
10.9.2	Exigences	89
10.10	Mesure de la capacité	89
10.11	Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD	89
10.11.1	Mode opératoire	89
10.11.2	Exigences	89
10.12	Essai de tension de choc	89
10.13	Essai de pénétration d'eau	90
10.14	Essais d'adhérence et de résistance au décollement de la feuille métallique	90
11	Essais sur prélèvements des accessoires	90
11.1	Essais des composants	90
11.2	Essais sur accessoires complets	90
12	Essais de type des systèmes de câble	91
12.1	Généralités	91
12.2	Étendue de l'acceptation de type	91
12.3	Récapitulatif des essais de type	92
12.4	Essais électriques de type sur systèmes de câble complet	92
12.4.1	Valeurs des tensions d'essai	92
12.4.2	Essais et séquence d'essais	93
12.4.3	Essai d'enroulement	93
12.4.4	Essai de cycles de chauffage sous tension	94
12.4.5	Essai de tension de choc superposée	95
12.4.6	Examen	97
12.4.7	Résistivité des écrans semi-conducteurs	97
12.5	Essais non électriques de type sur les constituants du câble et sur câble complet	97
12.5.1	Généralités	97
12.5.2	Vérification de la constitution du câble	98
12.5.3	Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	98
12.5.4	Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	98
12.5.5	Essais de vieillissement sur tronçons de câble complet pour vérifier la compatibilité des matériaux	99
12.5.6	Essai de perte de masse pour les gaines extérieures en PVC du type ST ₂	100
12.5.7	Essai de pression à température élevée pour les gaines extérieures	100
12.5.8	Essai à basse température pour les gaines extérieures en PVC (ST ₁ et ST ₂)	100
12.5.9	Essai de choc thermique pour les gaines extérieures en PVC (ST ₁ et ST ₂)	100
12.5.10	Essai de résistance à l'ozone des enveloppes isolantes en EPR	100

12.5.11	Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes en EPR et en PR	101
12.5.12	Mesure de la masse volumique des enveloppes isolantes en PEHD	101
12.5.13	Mesure du taux de noir de carbone des gaines extérieures en PE de couleur noire (ST ₃ et ST ₇).....	101
12.5.14	Essai des câbles soumis au feu	101
12.5.15	Essai de pénétration d'eau	101
13	Essai de préqualification sur le système de câble	101
13.1	Généralités et étendue d'acceptation de l'essai de préqualification	101
13.2	Essai de préqualification sur système de câble complet	102
13.2.1	Récapitulatif des essais de préqualification	102
13.2.2	Valeurs des tensions d'essai	103
13.2.3	Montage d'essai	103
13.2.4	Essai de cycles de chauffage sous tension	104
13.2.5	Essai de tension de choc superposée	104
13.2.6	Examen	105
13.3	Essais d'extension de préqualification d'un système de câble	105
14	Essai de type des câbles	105
15	Essai de type des accessoires	105
16	Essais électriques après pose	105
16.1	Généralités	105
16.2	Essai sous tension continue de la gaine extérieure	105
16.3	Essai sous haute tension de l'enveloppe isolante.....	105
16.4	Mesure par réflectométrie dans le domaine temporel	106
Annexe A (informative)	Détermination de la température de l'âme du câble	114
A.1	Objectif	114
A.2	Étalonnage de la température de la boucle d'essai principale	114
A.2.1	Généralités	114
A.2.2	Montage du câble et des capteurs de température.....	114
A.2.3	Méthode d'étalonnage	117
A.3	Chauffage pour l'essai	118
Annexe B (normative)	Arrondissement des nombres	119
Annexe C (informative)	Liste des essais de type et des essais de préqualification des systèmes de câbles	120
Annexe D (normative)	Méthode de mesure de la résistivité des écrans semi-conducteurs.....	122
Annexe E (normative)	Essai de pénétration d'eau	125
E.1	Éprouvette	125
E.2	Essai	125
E.3	Exigences	126
Annexe F (normative)	Essais des composants de câbles comportant un ruban ou une feuille métallique appliqué(e) longitudinalement et contrecollé(e) à la gaine extérieure	127
F.1	Inspection visuelle	127
F.2	Force d'adhérence de la feuille métallique – Mode opératoire	127
F.3	Force de décollement du recouvrement de la feuille métallique – Mode opératoire	128

Annexe G (informative) Essais de développement sur câble et système de câble comportant une feuille métallique posée en long et contrecollée à la gaine extérieure	130
G.1 Généralités	130
G.2 Liste des essais	130
G.2.1 Essais sur câble	130
G.2.2 Essais sur système de câble – Essai de court-circuit incluant les accessoires	130
Annexe H (normative) Essais des protections extérieures des jonctions	131
H.1 Généralités	131
H.2 Étendue de l'acceptation	131
H.3 Immersion dans l'eau et cycles thermiques	131
H.4 Essais de tension	132
H.4.1 Généralités	132
H.4.2 Montages comportant des accessoires sans arrêt d'écran	132
H.4.3 Montages comportant des accessoires à arrêt d'écran	132
H.5 Examen du montage d'essai	133
Annexe I (normative) Câble de retour	134
Annexe J (informative) Mesure par réflectométrie dans le domaine temporel	135
Bibliographie	136
Figure 1 – Exemple de configuration d'objets d'essai dans une boucle d'essai	80
Figure 2 – Représentations schématisées des tensions de choc de manœuvre et de choc de foudre	81
Figure A.1 – Représentation schématisée de la position des capteurs dans le montage d'essai de la boucle de référence et de la boucle principale d'essai	116
Figure A.2 – Exemple de disposition des capteurs de température sur l'âme de la boucle de référence	117
Figure D.1 – Préparation des échantillons pour la mesure de la résistivité des écrans sur âme et sur enveloppe isolante	124
Figure E.1 – Représentation schématisée de l'appareillage pour l'essai de pénétration d'eau	126
Figure F.1 – Montage d'essai d'adhérence de la feuille métallique	127
Figure F.2 – Exemple de feuille métallique avec recouvrement	128
Figure F.3 – Montage d'essai de force de décollement au recouvrement de la feuille métallique	129
Figure J.1 – Schéma de circuit pour mesure par réflectométrie dans le domaine temporel, schéma de ligne de transmission classique, modèle π	135
Tableau 1 – Mélanges isolants pour câbles	106
Tableau 2 – Mélanges pour gaines extérieures de câbles	106
Tableau 3 – Exigences d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges isolants pour câbles	107
Tableau 4 – Essais non électriques de type des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles et des mélanges pour gaines extérieures de câbles	108
Tableau 5 – Exigences d'essai pour les forces d'adhérence ou de résistance au décollement	108
Tableau 6 – Séquence d'essai de tension de cycles de chauffage pour essai de type de LCC	109

Tableau 7 – Séquence d’essai de tension de cycles de chauffage pour essai de type de VSC	109
Tableau 8 – Séquence d’essai de tensions de chocs de manœuvre et de foudre pour essai de type de LCC.....	109
Tableau 9 – Séquence d’essai de tensions de chocs de manœuvre et de foudre pour essai de type de VSC	110
Tableau 10 – Exigences d’essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes de câbles (avant et après vieillissement)	110
Tableau 11 – Exigences d’essai pour les caractéristiques mécaniques des mélanges pour gaines extérieures de câbles (avant et après vieillissement)	111
Tableau 12 – Exigences d’essai pour les caractéristiques particulières des mélanges à base de PVC pour gaines extérieures de câbles	112
Tableau 13 – Séquence d’essai de tension de cycles de chauffage pour essai de préqualification de LCC.....	112
Tableau 14 – Séquence d’essai de tension de cycles de chauffage pour essai de préqualification de VSC	113
Tableau C.1 – Essais de type sur des systèmes de câbles	120
Tableau C.2 – Essais de préqualification sur des systèmes de câbles	121
Tableau H.1 – Essais de tension de choc.....	132

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES HAUTE TENSION EN COURANT CONTINU (CCHT) – CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES JUSQU'À 320 kV POUR LES APPLICATIONS TERRESTRES – MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62895 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1708A/FDIS	20/1726/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/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo «*colour inside*» qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

En raison des développements importants des réseaux de câbles à isolation extrudée pour applications haute tension en courant continu (CCHT), le comité d'études B1 du CIGRÉ a constitué un groupe de travail (GT) B1.32 en 2008, dans le but de préparer des recommandations pour les essais relatifs aux systèmes de câbles à isolation extrudée pour applications en courant continu destinés au transport d'énergie à des tensions assignées jusqu'à 500 kV.

Les recommandations du GT B1.32 ont été publiées dans la Brochure Technique (BT) 496 en avril 2012. A la date de l'élaboration de la recommandation du CIGRÉ, des expériences en laboratoire avaient été réalisées à des tensions jusqu'à 500 kV inclus, mais les expériences en conditions réelles étaient limitées à 200 kV. Au moment de l'élaboration de la présente norme, plusieurs projets à des tensions jusqu'à 320 kV étaient en cours et de nombreux autres sont prévus dans un futur proche.

Une liste des références appropriées est donnée dans la Bibliographie.

CÂBLES HAUTE TENSION EN COURANT CONTINU (CCHT) – CÂBLES D'ÉNERGIE À ISOLATION EXTRUDÉE ET LEURS ACCESSOIRES POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES JUSQU'À 320 kV POUR LES APPLICATIONS TERRESTRES – MÉTHODES ET EXIGENCES D'ESSAI

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les méthodes et exigences d'essai applicables aux systèmes de câbles d'énergie à haute tension en courant continu, comprenant les câbles à isolation extrudée et leurs accessoires, pour installations terrestres fixes, pour des tensions assignées jusqu'à 320 kV.

Dans le cadre du domaine d'application de la présente norme, le terme «extrudé» signifie une enveloppe réalisée par extrusion de matières thermoplastiques (par exemple, polyéthylène) ou de matières réticulées (par exemple, polyéthylène réticulé, caoutchouc éthylène-propylène, etc.). Le matériau peut être non chargé ou chargé (par exemple, de matière minérale ou de carbone).

Les exigences sont applicables aux câbles monoconducteurs combinés à leurs accessoires, extrémités extérieures et pour postes sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, jonctions et jonctions asymétriques, pour des conditions habituelles d'installation et de fonctionnement, mais pas à des câbles spéciaux et à leurs accessoires comme les câbles sous-marins, pour lesquels il peut être nécessaire d'apporter des modifications aux essais normaux ou d'élaborer des conditions d'essai particulières.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

IEC 60228, *Ames des câbles isolés*

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

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

IEC 60287-1-1:2006, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités*
IEC 60287-1-1:2006/AMD1:2014

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

IEC 60502-2:2014, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Partie 2: Câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60502-4, *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 4: Exigences d'essai pour accessoires de câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

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

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-403, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 403: Essais divers – Essai de résistance à l'ozone sur les mélanges réticulés*

IEC 60811-409, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 409: Essais divers – Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines thermoplastiques*

IEC 60811-412, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 412: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement dans une bombe à air*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

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

IEC 60811-506, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 506: Essais mécaniques – Essai de choc à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-507, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 507: Essais mécaniques – Essai d'allongement à chaud pour les matériaux réticulés*

IEC 60811-508, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-509, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 509: Essais mécaniques – Essai de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines (essai de choc thermique)*

IEC 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*

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

IEC 62067, *Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées supérieures à 150 kV ($U_m = 170$ kV) et jusqu'à 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Méthodes et prescriptions d'essai*