

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV
(with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and
oil-filled cables) –**

Part 1: Tests on cables and their accessories

**Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions
assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre
ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide) –**

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV
(with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and
oil-filled cables) –**

Part 1: Tests on cables and their accessories

**Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions
assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre
ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide) –**

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
--------------------	---

SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS

1	Domaine d'application et références normatives.....	10
2	Définitions	12

SECTION 2 – CONDITIONS D'ESSAI

3	Fréquence et forme d'onde des tensions d'essais alternatives.....	16
4	Forme d'onde des tensions d'essais de choc.....	16
5	Température ambiante.....	16

SECTION 3 – CATÉGORIES ET FRÉQUENCE DES ESSAIS

6	Essais individuels	16
7	Essais spéciaux.....	16
8	Essais de type	18
9	Essais après pose	18

SECTION 4 – ESSAIS INDIVIDUELS POUR LES CÂBLES

10	Résistance électrique des conducteurs.....	18
11	Essais diélectriques	20
12	Mesure du facteur de pertes diélectriques.....	22

SECTION 5 – ESSAIS SPÉCIAUX POUR LES CÂBLES

13	Mesures d'épaisseurs.....	22
14	Essais mécaniques.....	26
15	Essai de migration (pour câble à imprégnation non migrante).....	28
16	Répétition des mesures	28

SECTION 6 – ESSAIS DE TYPE POUR LES CÂBLES

17	Généralités.....	28
18	Mesure des pertes en fonction de la température	28
19	Essais diélectriques de sécurité	30
20	Essai de migration	32
21	Essais non électriques sur la gaine extérieure.....	32

CONTENTS

FOREWORD.....	7
---------------	---

SECTION 1 – GENERAL

1 Scope and normative references.....	11
2 Definitions	13

SECTION 2 – TEST CONDITIONS

3 Frequency and waveform of power-frequency test voltages	17
4 Waveform of impulse test voltages.....	17
5 Ambient temperature	17

SECTION 3 – CATEGORIES AND FREQUENCY OF TESTS

6 Routine tests	17
7 Special tests.....	17
8 Type tests.....	19
9 Tests after installation.....	19

SECTION 4 – ROUTINE TEST FOR CABLES

10 Electrical resistance of conductors	19
11 High-voltage tests	21
12 Power factor test.....	23

SECTION 5 – SPECIAL TESTS FOR CABLES

13 Measurements of thicknesses	23
14 Mechanical tests.....	27
15 Drainage test (for non-draining cables)	29
16 Re-test procedure	29

SECTION 6 – TYPE TESTS FOR CABLES

17 General	29
18 Power factor/temperature test	29
19 Dielectric security tests	31
20 Drainage test	33
21 Non-electrical tests on non-metallic oversheaths	33

SECTION 7 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

22	Généralités	34
23	Montage des accessoires à essayer	34
24	Conditions et étendue de l'approbation	36
25	Méthodes d'essais	38
26	Séquences d'essais	38
27	Résultats d'essais	38

SECTION 8 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

28	Essais diélectriques	40
----	----------------------------	----

Annexe A (normative)	Essai des raccords de connexion «hydrauliquement étanches» utilisés dans les jonctions mixtes entre câbles isolés au papier imprégné et câbles à isolant extrudé	50
----------------------	--	----

Annexe B (informative)	Identification du câble d'essai	54
------------------------	---------------------------------------	----

Figure 1	– Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les extrémités	46
----------	---	----

Figure 2	– Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les jonctions ou dérivations	48
----------	---	----

Figure A.1	– Dispositif d'essai	52
------------	----------------------------	----

Tableau 1	– Séquences d'essais	38
-----------	----------------------------	----

Tableau 2	– Séquences et prescriptions d'essais pour les extrémités	40
-----------	---	----

Tableau 3	– Séquences et prescriptions d'essais pour les jonctions ou dérivations	42
-----------	---	----

Tableau 4	– Résumé des tensions d'essai et des prescriptions (voir article 26)	44
-----------	--	----

SECTION 7 – TYPE TESTS FOR ACCESSORIES

22	General	35
23	Assembly of accessories to be tested.....	35
24	Conditions and range of approval	37
25	Test methods.....	39
26	Test sequences	39
27	Test results	39

SECTION 8 – TESTS AFTER INSTALLATION

28	High-voltage test.....	41
Annex A (normative) Test for “hydraulically blocked” connectors used in transition joints between paper-impregnated cables and cables with extruded insulation		
		51
Annex B (informative) Identification of the test cable		
		55
Figure 1 – Test arrangements and number of samples for terminations.....		
		47
Figure 2 – Test arrangements and number of samples for joints.....		
		49
Figure A.1 – Test set-up.....		
		53
Table 1 – Test sequences		
		39
Table 2 – Test sequences and requirements for terminations.....		
		41
Table 3 – Test sequences and requirements for straight or branch-joints		
		43
Table 4 – Summary of test voltages and requirements		
		45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ISOLÉS AU PAPIER IMPRÉGNÉ SOUS GAINÉ MÉTALLIQUE POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 18/30 kV (AVEC ÂMES CONDUCTRICES EN CUIVRE OU ALUMINIUM ET À L'EXCLUSION DES CÂBLES À PRESSION DE GAZ ET À HUILE FLUIDE) –

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires

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 60055-1 a été établie par le sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente version consolidée de la CEI 60055-1 comprend la cinquième édition (1997) [documents 20A/320/FDIS et 20A/349/RVD] et son amendement 1 (2005) [documents 20/741/FDIS et 20/752/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 5.1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PAPER-INSULATED METAL-SHEATHED CABLES FOR RATED VOLTAGES
UP TO 18/30 kV (WITH COPPER OR ALUMINIUM CONDUCTORS
AND EXCLUDING GAS-PRESSURE AND OIL-FILLED CABLES) –****Part 1: Tests on cables and their accessories**

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 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 International Standard 60055-1 has been prepared by subcommittee 20A: High-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

This consolidated version of IEC 60055-1 consists of the fifth edition (1997) [documents 20A/320/FDIS and 20A/349/RVD] and its amendment 1 (2005) [documents 20/741/FDIS and 20/752/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 5.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60055-1:1997+AMD1:2005 CSV

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60055-1:1997+AMD1:2005 CSV

CÂBLES ISOLÉS AU PAPIER IMPRÉGNÉ SOUS GAINÉ MÉTALLIQUE POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 18/30 kV (AVEC ÂMES CONDUCTRICES EN CUIVRE OU ALUMINIUM ET À L'EXCLUSION DES CÂBLES À PRESSION DE GAZ ET À HUILE FLUIDE) –

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires

SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application et références normatives

La présente norme spécifie les essais pour câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique (à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide), de tensions assignées U_0/U comprises entre 0,6/1 kV et 18/30 kV. Elle comprend également les essais de type des accessoires de tensions assignées U_0/U de 3,6/6 kV à 18/30 kV.

La section 7 définit les prescriptions d'essai de type des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 3,6/6 (7,2) kV à 18/30 (36) kV, conformes aux sections 1 à 6 et à la partie 2 de la présente norme.

Les accessoires de câbles particuliers tels que les câbles sous-marins ne sont pas couverts.

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 60050(461):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 461: Câbles électriques*
Amendement 1 (1993)

CEI 60055-2:1981, *Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide) – Deuxième partie: Généralités et exigences de construction*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Termes, définitions, principes et règles*

CEI 60183:1984, *Guide au choix des câbles à haute tension*

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60230:1966, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*

PAPER-INSULATED METAL-SHEATHED CABLES FOR RATED VOLTAGES UP TO 18/30 kV (WITH COPPER OR ALUMINIUM CONDUCTORS AND EXCLUDING GAS-PRESSURE AND OIL-FILLED CABLES) –

Part 1: Tests on cables and their accessories

SECTION 1 – GENERAL

1 Scope and normative references

This standard specifies tests for impregnated paper-insulated metal-sheathed cables (excluding gas-pressure and oil-filled cables), having rated voltages U_0/U from 0,6/1 kV to 18/30 kV. Type tests on accessories for cables with rated voltages U_0/U from 3,6/6 kV to 18/30 kV are included.

Section 7 specifies the test requirements for type testing of accessories for power cables with rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to 18/30 (36) kV, complying with section 1 to section 6 and part 2 of this standard.

Accessories for particular cables, such as submarine cables, are not included.

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 60050(461):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 461: Electric cables*

Amendment 1 (1993)

IEC 60055-2:1981, *Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables) – Part 2: General and construction requirements*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Terms, definitions, principles and rules*

IEC 60183:1984, *Guide to the selection of high-voltage cables*

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60230:1966, *Impulse tests on cables and their accessories*

CEI 60811-1-1:1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60986:1989, *Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée de 1,8/3 (3,6) kV à 18/30 (36) kV*

CEI 61442:1997, *Câbles électriques – Méthodes d'essai des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

2 Définitions

Les définitions suivantes ont été adoptées pour la présente norme:

2.1

tensions assignées

U_0 Tension assignée à fréquence industrielle entre conducteur et écran ou gaine métallique pour laquelle le câble est établi.

U Tension assignée à fréquence industrielle entre conducteurs de phase pour laquelle le câble est établi.

2.2

tensions les plus élevées pour le matériel U_m

les tensions les plus élevées pour le matériel U_m sont indiquées dans le tableau suivant. Toutes les valeurs, sauf celle de 1,2 kV, proviennent des systèmes de la série I de la CEI 60038, Tableau III, et de la CEI 60071-1, Tableau I.

Tensions assignées des câbles U_0/U kV	Tensions les plus élevées pour le matériel U_m kV
0,6/1	(1,2)
1,8/3 et 3/3	3,6
3,6/6 et 6/6	7,2
6/10 et 8,7/10	12
8,7/15	17,15
12/20	24
18/30	36

2.3

durée des défauts à la terre

1^{re} catégorie Durée de chaque défaut à la terre inférieure à 8 h, durée totale pour une année inférieure à 125 h.

2^e catégorie Toutes durées dépassant la première catégorie.

2.4

valeur assignée

valeur prescrite, qui doit être garantie par le fabricant, et qui est toujours associée à des tolérances définies

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

IEC 60986:1989, *Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage from 1,8/3 (3,6) kV to 18/30 (36) kV*

IEC 61442:1997, *Electric cables – Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

2 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions have been adopted:

2.1

rated voltages

U_0 The rated power-frequency voltage between conductor and screen or metallic sheath for which the cable is designed.

U The rated power-frequency voltage between phase conductors for which the cable is designed.

2.2

highest voltage for equipment U_m

the highest voltages for equipment U_m are given in the following table. All but the value of 1,2 kV are taken from the Series I system of IEC 60038, Table III, and IEC 60071-1, Table I.

Rated voltages of cables U_0/U kV	Highest voltages for equipment U_m kV
0,6/1	(1,2)
1,8/3 and 3/3	3,6
3,6/6 and 6/6	7,2
6/10 and 8,7/10	12
8,7/15	17,15
12/20	24
18/30	36

2.3

earth fault duration

Category 1 – Each earth fault up to 8 h, total duration per year up to 125 h.

Category 2 – All durations exceeding Category 1.

2.4

rated values

values specified always in connection with a specified tolerance which have to be guaranteed by the manufacturer

2.5

valeur approximative

valeur qui n'est ni garantie, ni vérifiée; elle est utilisée, par exemple, pour le calcul d'autres dimensions

2.6

valeurs mesurées

valeurs résultant de mesures ou d'essais exécutés selon des méthodes spécifiées

2.7

raccord de connexion

pièce métallique permettant de raccorder entre elles des âmes de câbles

[VEI 461-17-03]

2.8

extrémité

dispositif monté à l'extrémité d'un câble pour assurer la liaison électrique avec d'autres parties d'un réseau et maintenir l'isolement jusqu'au point de connexion

[VEI 461-10-01]

2.9

extrémité intérieure

extrémité destinée à être utilisée sans exposition au rayonnement solaire ou aux intempéries

2.10

extrémité extérieure

extrémité destinée à être utilisée avec exposition soit au rayonnement solaire, soit aux intempéries, soit aux deux

2.11

boîte d'extrémité, coffret d'extrémité

boîte remplie d'air ou de mélange, entourant complètement une extrémité

[VEI 461-10-03 modifiée]

2.12

jonction

accessoire assurant le raccordement entre deux câbles pour former un circuit continu

[VEI 461-11-01]

2.13

dérivation

accessoire assurant le raccordement d'un câble dérivé sur un câble principal

[VEI 461-11-07 modifiée]

2.14

accessoire mixte

jonction ou dérivation assurant le raccordement entre des câbles isolés au papier et des câbles à isolant extrudé

[VEI 461-11-04 modifiée]

2.5**approximate values**

a value which is neither guaranteed nor checked; it is used, for example, for the calculation of other dimensional values

2.6**measured values**

values resulting from measurements or tests, carried out according to specified methods

2.7**connector**

a metallic device to connect cable conductors together

[IEV 461-17-03]

2.8**termination**

a device fitted to the end of a cable to ensure electrical connection with other parts of the system and to maintain the insulation up to the point of connection

[IEV 461-10-01]

2.9**indoor termination**

a termination intended for use where it is not exposed to either solar radiation or weathering

2.10**outdoor termination**

a termination intended for use where it is exposed to either solar radiation or weathering or both

2.11**terminal box**

an air- or compound-filled box fully enclosing a termination

[IEV 461-10-03 modified]

2.12**straight-joint**

an accessory making a connection between two cables to form a continuous circuit

[IEV 461-11-01]

2.13**branch-joint**

an accessory making a connection of a branch cable to a main cable

[IEV 461-11-07 modified]

2.14**transition joint**

a straight or branch joint making a connection between paper-insulated cables and cables with extruded insulation

[IEV 461-11-04 modified]

2.15

cheminement

dégradation irréversible par formation de sillons, qui sont conducteurs même quand il fait sec, démarrant et se développant à la surface d'un matériau isolant et qui peuvent se produire sur des surfaces en contact avec l'air et également aux interfaces entre différents matériaux isolants

2.16

érosion

dégradation irréversible et non conductrice de la surface de l'isolateur qui se produit par perte de matière, et qui peut être uniforme, localisée ou en forme d'arborescence

NOTE Des traces superficielles, généralement en forme d'arborescences, peuvent se produire sur les extrémités, après un contournement. Ces traces sont acceptables tant qu'elles ne sont pas conductrices. Lorsqu'elles sont conductrices elles sont considérées comme du cheminement.

SECTION 2 – CONDITIONS D'ESSAI

3 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essais alternatives

La fréquence des tensions d'essais alternatives doit être comprise entre 49 Hz et 61 Hz. Leur forme d'onde doit être sensiblement sinusoïdale.

4 Forme d'onde des tensions d'essais de choc

La forme d'onde doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60230.

5 Température ambiante

Sauf indication contraire pour un essai particulier, les essais doivent s'effectuer à une température ambiante comprise entre 5 °C et 35 °C.

SECTION 3 – CATÉGORIES ET FRÉQUENCE DES ESSAIS DE CÂBLES

6 Essais individuels

Les essais individuels (voir la section 4), effectués par le fabricant sur la totalité des longueurs de câbles terminés, sont destinés à vérifier le bon état de la fourniture. Par accord entre l'acheteur et le fabricant, il peut être prévu de renoncer à tout ou partie de ces essais.

7 Essais spéciaux

Si l'acheteur le demande lors de la commande, les essais particuliers précisés à la section 5 doivent être effectués par le constructeur sur un nombre convenu d'échantillons de câbles finis ou de composants prélevés sur des câbles finis, pour vérifier la conformité du produit fini avec la spécification correspondante.

Pour la mesure des dimensions, le nombre d'échantillons ne doit pas excéder 10 % du nombre de longueurs précisé dans le contrat.

2.15**tracking**

irreversible degradation by formation of paths, which are conductive even under dry conditions, starting and developing on the surface of an insulating material and which may occur on surfaces in contact with air and also on the interfaces between different insulating materials

2.16**erosion**

irreversible and non-conducting degradation of the surface of an insulator that occurs by loss of material and which may be uniform, localized or tree-shaped

NOTE Shallow surface traces, commonly tree-shaped, may occur on terminations after partial flashover. These traces are acceptable as long as they are non-conductive. When they are conductive, they are classed as tracking.

SECTION 2 – TEST CONDITIONS**3 Frequency and waveform of power-frequency test voltages**

The frequency of alternating test voltages shall be not less than 49 Hz and not more than 61 Hz. The waveform of such voltages shall be substantially sinusoidal.

4 Waveform of impulse test voltages

The waveform shall be in accordance with IEC 60230.

5 Ambient temperature

The test shall be made at an ambient temperature between 5 °C and 35 °C, unless otherwise specified for the particular test.

SECTION 3 – CATEGORIES AND FREQUENCY OF TESTS FOR CABLES**6 Routine tests**

Routine tests (see Section 4) are made by the manufacturer on all finished cable lengths, to demonstrate the integrity of the cable. By agreement between the purchaser and the manufacturer, the routine tests may be wholly or partly omitted on the delivery lengths.

7 Special tests

When requested by the purchaser at the time of ordering, the special tests detailed in Section 5 shall be made by the manufacturer on an agreed number of samples of completed cables or components taken from completed cables to verify that the finished product meets the design specification.

For measurement of dimensions, the number of samples shall not exceed 10 % of the number of lengths in the contract.

Pour l'essai mécanique et l'essai de migration, le nombre d'échantillons ne doit pas être supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau qui suit:

Longueur de câbles				Nombre d'échantillons	
Câbles multipolaires		Câbles unipolaires		pour câbles de tension U_0	
Supérieure à km	Inférieure ou égale à km	Supérieure à km	Inférieure ou égale à km	<8,7 kV	≥8,7 kV
2	10	4	20	0	1
10	20	20	40	1	2
20	30	40	60	2	3
etc.		etc.		etc.	

8 Essais de type

Ces essais sont effectués par le fabricant, au cours de la période initiale de mise au point d'un nouveau type d'isolation ou de constitution de câble, en vue d'en déterminer les caractéristiques de service. Ces essais sont d'une nature telle qu'une fois qu'ils ont été exécutés, ils n'ont pas à être répétés, à moins qu'il n'ait été apporté, au matériau isolant ou à la constitution des câbles, des modifications de nature à changer leurs caractéristiques de service.

9 Essais après pose

Sont exécutés pour vérifier le bon état du câble et des accessoires après l'installation.

SECTION 4 – ESSAIS INDIVIDUELS POUR LES CÂBLES

10 Résistance électrique des conducteurs

- Pour les câbles multipolaires, la mesure doit être faite sur tous les conducteurs de chaque longueur de câble choisie pour les essais individuels.
- La longueur de câble complète ou l'échantillon prélevé sur elle sont placés dans le local d'essai, maintenu à température sensiblement constante, pendant au moins 12 h avant l'essai.

Si l'on doute que la température du conducteur soit égale à celle du local, on mesure la résistance après séjour de 24 h du câble dans le local d'essai. En variante, la résistance peut être mesurée sur un échantillon court du conducteur, conditionné pendant 1 h au moins dans un bain d'huile à température réglée à température constante.

La valeur mesurée sera ramenée à la résistance de 1 km de câble et à une température de 20 °C au moyen des formules appropriées et des coefficients indiqués à l'article 5 de la CEI 60228.

- La résistance de chaque conducteur en courant continu à 20 °C doit être conforme aux Tableaux I et II de la CEI 60228.

For the mechanical test and drainage test, the number of samples shall be not greater than shown in the following table:

Cable length				Number of samples	
Multicore cables		Single-core cables		for cables with voltage U_0	
Above km	Up to and including km	Above km	Up to and including km	<8,7 kV	≥8,7 kV
2	10	4	20	0	1
10	20	20	40	1	2
20	30	40	60	2	3
and so on		and so on		and so on	

8 Type tests

Type tests are made by the manufacturer during the initial phase of developing a new grade of insulation or cable design, in order to establish performance characteristics. These tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in either the insulating material or the cable design, thus altering the performance characteristics.

9 Tests after installation

Tests after installation are made to demonstrate the integrity of the cable and its accessories as installed.

SECTION 4 – ROUTINE TESTS FOR CABLES

10 Electrical resistance of conductors

- For multicore cables, the measurement shall be made on all conductors of each cable length selected for the routine tests.
- The complete cable length, or a sample therefrom, shall be placed in the test room, which shall be maintained at a reasonably constant temperature, for at least 12 h before the test.

If it is doubtful whether the conductor temperature is the same as the room temperature, the resistance shall be measured after the cable has been in the test room for 24 h. Alternatively, the resistance shall be measured on a short sample of conductor, conditioned for at least 1 h in a temperature-controlled oil bath at constant temperature.

The measured value of resistance shall be corrected to a temperature of 20 °C and 1 km length by using the appropriate formulae and factors in IEC 60228, clause 5.

- The d.c. resistance of each conductor at 20 °C shall comply with IEC 60228, Tables I and II.

11 Essais diélectriques

11.1 Câbles à champ radial

Cet essai consiste à appliquer une tension à fréquence industrielle, durant 5 min, entre chaque conducteur et l'écran ou la gaine. La tension d'essai est la suivante:

- $2,5 U_0 + 2 \text{ kV}$ pour les câbles jusqu'à 3,6 kV/6 kV y compris, et
- $2,5 U_0$ pour les câbles de tension 6/10 kV et au-dessus.

La tension doit être élevée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolant.

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue, de valeur 2,4 fois plus élevée que la tension alternative, et une durée de 5 min.

11.2 Câbles à champ non radial

L'essai peut être effectué, soit sous tension triphasée, soit sous forme d'essais monophasés successifs comme décrits ci-dessous. La tension est élevée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolant.

11.2.1 Essai triphasé (pour câbles tripolaires uniquement)

La tension est appliquée aux conducteurs à l'aide d'un transformateur triphasé, dont le neutre est raccordé à la gaine métallique du câble.

Les tensions d'essai entre phases sont:

- $2,5 U + 2 \text{ kV}$ pour câbles jusqu'à 6/6 kV; et
- $2,5 U$ pour les câbles de 6/10 kV et au-dessus.

La durée de l'essai est de 5 min.

Pour des câbles de tensions assignées de 3/3, 6/6 et 8,7/10 kV, un essai complémentaire doit être exécuté. Il consiste à appliquer une tension monophasée entre l'ensemble des conducteurs d'une part et la gaine métallique d'autre part. Pour cet essai, la tension sera la valeur spécifiée en 11.2.2 et sa durée d'application de 5 min.

11.2.2 Essai monophasé

Des essais monophasés successifs doivent être effectués de telle manière qu'il y ait, durant 5 min entre chaque conducteur et l'ensemble des autres raccordés à la gaine métallique, application d'une tension égale à:

$$\left(2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \right) + 2 \text{ kV} \text{ pour câbles jusqu'à } 6/6 \text{ kV; et}$$

$$2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \text{ pour câbles de } 6/10 \text{ kV et au-dessus.}$$

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue, de valeur 2,4 fois plus élevée que la tension alternative, et une durée de 5 min pour chaque application.

11 High-voltage tests

11.1 Radial-field cables

This test shall be made with a power-frequency test voltage applied for 5 min between each conductor and sheath or screen. The test voltage shall be:

- $2,5 U_0 + 2 \text{ kV}$ for cables rated up to 3,6/6 kV; and
- $2,5 U_0$ for cables rated 6/10 kV and above.

The voltage shall be gradually increased to the specified value. No breakdown of the insulation shall occur.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being 2,4 times the power-frequency test voltage and the duration of the test 5 min.

11.2 Non-radial-field cables

This test may be made either as a three-phase test or as a series of single-phase tests as described below. The voltage shall be increased gradually to the specified value. No breakdown of the insulation shall occur.

11.2.1 Three-phase test (for three-core cables only)

The test voltage is applied by a three-phase transformer to the conductors, whilst the neutral point of the transformer is connected to the metallic sheath.

The test voltage between phases shall be:

- $2,5 U + 2 \text{ kV}$ for cables rated up to 6/6 kV, and
- $2,5 U$ for cables rated 6/10 kV and above.

The duration shall be 5 min.

For cables with rated voltage 3/3, 6/6 and 8,7/10 kV, an additional test shall be made, applying a single-phase voltage between the conductors connected together and the sheath. The test voltage for the additional test shall be the voltage specified in 11.2.2 and its duration 5 min.

11.2.2 Single-phase test

A series of single-phase tests shall be made in such a way that a test voltage equal to:

$$\left(2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \right) + 2 \text{ kV} \text{ for cables rated up to 6/6 kV; and}$$

$$2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \text{ for cables rated 6/10 kV and above,}$$

is applied for 5 min in turn between each conductor and the other conductors connected together and to the metallic sheath.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being equal to 2,4 times the alternating test voltage and the duration of each application being 5 min.

12 Mesure du facteur de pertes diélectriques

La mesure du facteur de pertes n'est faite que sur les câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV.

Sur les câbles à imprégnation non migrante, cette mesure doit être effectuée avant l'essai diélectrique de l'article 11.

La mesure du facteur de pertes est faite à la température ambiante dans les conditions ci-après. Si la température est inférieure à 20 °C, les résultats seront ramenés à 20 °C, soit en retirant de la valeur mesurée 2 % de celle-ci par degré Celsius de la différence entre la température d'essai et 20 °C, soit par l'emploi d'une courbe de correction appropriée à l'isolant, si cette courbe a fait l'objet d'un accord entre acheteur et fabricant. Aucune correction n'est faite si la température d'essai est égale ou supérieure à 20 °C.

Les mesures sont faites sous une tension de 0,5 U_0 , 1,25 U_0 et 2,0 U_0 entre chaque conducteur et l'écran ou la gaine métallique.

La valeur du facteur de pertes diélectriques, pour la tension 0,5 U_0 , ne doit pas dépasser 0,006.

L'augmentation maximale admissible du facteur de pertes avec la tension est la suivante:

	Câbles à champ radial			
	Imprégnation à masse		Imprégnation non migrante	
	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV
Entre 0,5 et 1,25 fois U_0	0,0010	0,0008	0,0050	0,0040
Entre 1,25 et 2,0 fois U_0	0,0025	0,0016	0,0100	0,0080

SECTION 5 – ESSAIS SPÉCIAUX POUR LES CÂBLES

13 Mesures d'épaisseurs

13.1 Mesure de l'épaisseur d'isolant

L'épaisseur d'isolant est déterminée sur un spécimen prélevé à une extrémité de chacune des longueurs choisies comme indiqué à l'article 7. Il est possible d'employer l'une ou l'autre des méthodes ci-dessous, mais en cas de contestation sur des câbles au-dessous de 18/30 kV, la méthode du micromètre à cadran sera considérée comme méthode de référence. L'épaisseur mesurée ne doit pas être inférieure à la valeur minimale spécifiée.

13.1.1 Méthode du ruban à métrer

Le spécimen est désassemblé jusqu'à ce que les conducteurs soient dépouillés de leurs rubans d'écran sur isolation. Le diamètre sur isolant dans cet état est mesuré au moyen d'un ruban à métrer à 50 mm et 100 mm de l'extrémité de chaque conducteur.

La précision et les graduations du ruban à métrer doivent permettre de mesurer une différence de diamètre de 0,5 mm.

12 Power factor test

The power factor test shall only be made on radial-field cables having a rated voltage U_0 equal to or greater than 8,7 kV.

For non-draining cables, this test shall be made before the high-voltage test specified in clause 11.

The power factor of the insulation shall be measured at ambient temperature, as described below. If the measurements are made at a temperature below 20 °C, the results shall be corrected to 20 °C, either by subtracting from the measured value 2 % of this value per degree Celsius of the difference between the test temperature and 20 °C, or by the use of a correction curve appropriate to the insulant, if agreement on such a curve has been reached between the purchaser and the manufacturer. No correction shall be made if the test temperature is 20 °C or greater.

The test shall be made at 0,5 U_0 , 1,25 U_0 and 2,0 U_0 between each conductor and screen or metallic sheath.

The value of power factor of dielectric loss, at 0,5 U_0 shall not exceed 0,006.

The maximum permissible rise of power factor with voltage is as follows:

	Radial-field cables			
	Mass-impregnated		Non-draining cables	
	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV
Between 0,5 and 1,25 times the rated voltage U_0	0,0010	0,0008	0,0050	0,0040
Between 1,25 and 2,0 times the rated voltage U_0	0,0025	0,0016	0,0100	0,0080

SECTION 5 – SPECIAL TESTS FOR CABLES

13 Measurements of thicknesses

13.1 Measurement of thickness of insulation

The thickness of the insulation shall be determined on a sample taken from one end of each of the finished cable lengths selected as described in clause 7. Either of the following methods may be used, but in case of dispute for cables below 18/30 kV, the deadweight micrometer method shall be used. The thickness shall not fall below the minimum value specified.

13.1.1 Diameter tape method

The samples shall be dismantled until the cores are available with dielectric screening tapes removed. The diameters of the cores, in this state, shall be measured by means of a diameter measuring tape at 50 mm and 100 mm from the end of each piece of core.

The accuracy and the scale division of the measuring tape shall be such that it will be possible to measure a diameter difference of 0,5 mm.

L'isolant doit alors être dépouillé pour mettre à nu les écrans sur les âmes conductrices, s'il y a des écrans, ou les âmes conductrices, s'il n'y a pas d'écrans, et les diamètres sur ces écrans ou sur les âmes, selon le cas, doivent être mesurés à l'aide du ruban à métrer. L'épaisseur d'isolant en chaque emplacement de mesure est calculée comme la demi-différence des deux diamètres mesurés à cet emplacement.

13.1.2 Méthode du micromètre à cadran

L'ensemble des papiers isolants est retiré de l'échantillon du conducteur et maintenu en liasse sans enlèvement d'imprégnant, puis mesuré en épaisseur totale à l'aide d'un micromètre à cadran ayant les caractéristiques ci-après. Si c'est nécessaire pour la mesure, on peut séparer l'isolation en plusieurs parties.

Le micromètre doit avoir une précision d'au moins $\pm 0,006$ mm.

Le diamètre de la touche de pression doit être compris entre 6 mm et 8 mm. La pression appliquée doit être $350 \text{ kN/m}^2 \pm 5 \%$. Les faces en regard doivent être planes, concentriques et parallèles à moins de 0,003 mm dans la plage de déplacement.

13.2 Mesure d'épaisseur de la gaine de plomb

L'épaisseur de la gaine de plomb est déterminée par l'une des deux méthodes suivantes, au choix du fabricant et l'épaisseur ne doit pas être inférieure à la valeur minimum spécifiée.

13.2.1 Méthode «à plat»

La mesure est faite sur un échantillon de gaine de 50 mm de longueur environ, retiré d'une longueur de câble terminée choisie comme indiqué à l'article 7.

L'échantillon est fendu longitudinalement, puis soigneusement redressé. Après nettoyage, l'épaisseur de l'échantillon est mesurée en un certain nombre de points, le long de la périphérie, à 10 mm au moins du bord de l'éprouvette redressée, pour être sûr que l'épaisseur minimale est mesurée. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un micromètre à faces planes, de touches comprises entre 4 mm et 8 mm de diamètre de précision $\pm 0,01$ mm.

13.2.2 Méthode de l'anneau

Les mesures sont prises sur un anneau soigneusement prélevé sur le câble. L'épaisseur est mesurée en un nombre de points suffisant sur la périphérie de l'anneau, pour être sûr d'obtenir la valeur minimale. Les mesures sont faites à l'aide d'un micromètre ayant une touche plane et une touche sphérique, ou une touche plane et une touche plane rectangulaire de 0,8 mm de largeur et de 2,4 mm de longueur. La touche sphérique ou rectangulaire doit être appliquée sur la face intérieure de l'anneau. La précision du micromètre doit être de $\pm 0,01$ mm.

13.3 Mesure d'épaisseur des gaines non métalliques

L'épaisseur des gaines non métalliques est mesurée conformément à 8.2 de la CEI 60811-1-1.

13.4 Mesure d'épaisseur des feuillards d'acier

La mesure est faite à mi-largeur sur les feuillards jusqu'à 40 mm de large, à 20 mm de chaque bord sur les feuillards de largeur supérieure.

The insulation shall then be removed to reveal the conductor screens if present, or the conductors if there are no conductor screens, and the diameters over the conductor screens or the conductors, as appropriate, shall be measured with the diameter measuring tape. The insulation thickness at each point of measurement shall be calculated by halving the difference of the two diameters measured at that position.

13.1.2 Deadweight micrometer method

The individual insulating paper tapes removed from the sample shall be bunched together without removal of surplus compound and then measured to their total thickness by a deadweight (dial) micrometer having the characteristics given below. If necessary, the insulation may be separated into a few groups to obtain a satisfactory measurement.

The micrometer shall have an accuracy of not less than $\pm 0,006$ mm.

The pressure foot shall have a diameter of not less than 6 mm and not more than 8 mm. The pressure applied shall be $350 \text{ kN/m}^2 \pm 5 \%$. The faces shall be flat, concentric and parallel to within 0,003 mm over the range of travel.

13.2 Measurement of thickness of lead sheath

The thickness of the lead sheath shall be determined by one of the following methods, at the discretion of the manufacturer, and shall not fall below the minimum value specified.

13.2.1 Strip method

The thickness of the lead sheath shall be determined on a test piece of sheath, about 50 mm in length, removed from the finished cable length selected as described in clause 7.

The piece shall be slit longitudinally and carefully flattened. After cleaning the test piece, a number of measurements shall be taken along the circumference of the sheath and not less than 10 mm away from the edge of the flattened piece to ensure that the minimum thickness is measured. The measurements shall be made by a micrometer with plane faces of 4 mm to 8 mm diameter and an accuracy of $\pm 0,01$ mm.

13.2.2 Ring method

The measurements shall be taken on a ring carefully cut from the sample. The thickness of the sheath shall be determined at a sufficient number of points around the circumference of the ring sample to ensure that the minimum thickness is measured. The measurements shall be made with a micrometer having either one flat nose and one ball nose or one flat nose and a flat rectangular nose 0,8 mm wide and 2,4 mm long. The ball nose or the flat rectangular nose shall be applied to the inside of the ring. The accuracy of the micrometer shall be $\pm 0,01$ mm.

13.3 Measurement of thickness of non-metallic sheath

The thickness of the non-metallic sheath shall be measured as described in 8.2 of IEC 60811-1-1.

13.4 Measurement of thickness of steel tapes

In the case of tapes up to 40 mm in width, the measurement shall be made at the centre. In the case of wider tapes, the measurement shall be made 20 mm from each edge of the tape.

13.5 Mesure du diamètre des fils d'acier ronds, et de l'épaisseur des fils d'acier méplats

Le diamètre des fils d'acier ronds et l'épaisseur des fils d'acier méplats sont mesurés à l'aide d'un micromètre.

14 Essais mécaniques

14.1 Essai de pliage

L'essai de pliage, sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, est effectué à une température comprise entre 10 °C et 25 °C, sur un tronçon de câble de longueur suffisante pour former au moins un tour complet autour du cylindre d'essai.

Le diamètre du cylindre est le suivant:

Tensions assignées U_0/U kV		Jusqu'à et y compris 8,7/10	8,7/15 – 12/20	18/30
Diamètre de pliage (tolérance +5 %)	Câbles unipolaires	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)	25 ($D + d$)
	Câbles multipolaires	15 ($D + d$)	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)
	Câbles triplombs	15 (2,15 $D + d$)	15 (2,15 $D + d$)	18 (2,15 $D + d$)
D = diamètre mesuré sur gaine de plomb. d = diamètre mesuré sur le (plus gros) conducteur (sur conducteurs non circulaires, $d = 1/3,14$ fois le périmètre mesuré)				

Le tronçon de câble est enroulé autour du cylindre d'essai à vitesse constante jusqu'à former un tour complet. Il est alors déroulé et l'opération recommencée dans la direction opposée. Ce cycle d'opérations est effectué trois fois.

14.2 Essai diélectrique

Après achèvement des opérations ci-dessus, le tronçon de câble doit supporter pendant 5 min une tension d'essai alternative, appliquée comme prévu à l'article 11 avec les valeurs suivantes:

- pour le câble de tension assignée U_0 dépassant 3,6 kV, la tension prescrite à l'article 11 multipliée par 1,6,
- pour les câbles de tension assignée inférieure ou égale à 3,6 kV, la tension prescrite à l'article 11.

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue de valeur égale à celle de la tension alternative multipliée par 2,4, et d'une durée de 5 min.

NOTE Il est recommandé de respecter en cours d'installation des câbles des rayons de courbure au moins égaux au diamètre de l'essai de pliage spécifié. Si les câbles doivent être tirés en fourreaux dans des conditions difficiles, ou si la température en cours de pose peut être assez basse pour rendre fragile l'isolant des câbles, des essais mécaniques peuvent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

14.3 Examen de la gaine, de l'armure et de revêtements de protection

Après l'essai diélectrique du 14.2, un échantillon de 300 mm est prélevé dans la partie centrale du tronçon de câble, puis dépouillé et examiné. Le revêtement ou la gaine extérieure doit être exempt de fissures, l'armure ne doit pas être sensiblement déplacée, la gaine de plomb ou d'alliage de plomb ne doit comporter ni fissure ni déchirure.

13.5 Measurement of diameters of round steel wires and of thicknesses of flat steel wires

The diameters of round steel wires and the thicknesses of flat steel wires shall be measured by means of a micrometer.

14 Mechanical tests

14.1 Bending test

The bending test shall be made at a temperature between 10 °C and 25 °C, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, on a sample of cable of sufficient length to provide at least one complete turn around the test cylinder.

The diameter of the test cylinder shall be as follows:

Rated voltages U_0/U kV		Up to and including 8,7/10	8,7/15 – 12/20	18/30
Bending diameters (with +5 % tolerance)	Single-core cables	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)	25 ($D + d$)
	Multicore cables	15 ($D + d$)	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)
	Three-core with a lead sheath on each core	15 (2,15 $D + d$)	15 (2,15 $D + d$)	18 (2,15 $D + d$)
D = measured diameter on the lead sheath d = measured diameter on the (largest) conductor (for non-circular conductors, d = 1/3,14 times the measured perimeter)				

The sample of cable shall be bent around the test cylinder at a uniform speed to make one complete turn. It shall then be unwound and the process shall be repeated in the opposite direction. This cycle of operations shall be performed three times.

14.2 Electrical test

After the above cycle of operations has been completed, the sample of cable shall withstand for 5 min an alternating test voltage, applied as described in clause 11, with the following values:

- for cables with rated voltage U_0 greater than 3,6 kV, 1,6 times the test voltage prescribed in clause 11;
- for cables with rated voltage U_0 up to and including 3,6 kV, the test voltage prescribed in clause 11.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being equal to 2,4 times the alternating test voltage and the duration of each application being 5 min.

NOTE It is recommended that the minimum bending radius during installation should be not less than the bending diameter specified for the test. Where the cable is to be drawn into ducts under difficult conditions, or where the temperature may be so low as to make the insulation brittle, special mechanical tests may be included after agreement between manufacturer and user.

14.3 Examination of sheath, armour and protective coverings

After the voltage test of 14.2, a specimen 300 mm in length taken from the middle of the sample which has been tested, shall be stripped and examined. The serving or oversheath shall be free from splits, the armour shall not be noticeably displayed and the lead or lead alloy sheath shall be free from splits and cracks.

15 Essai de migration (pour câble à imprégnation non migrante)

Un échantillon de câble, de longueur comprise entre 290 mm et 300 mm, comportant sa gaine métallique, est coupé sur la longueur choisie.

Cet échantillon non scellé est suspendu verticalement dans une étuve à une température égale à la température maximale admissible en service permanent, avec une tolérance de ± 2 °C.

Après une période de 8 h, la quantité d'imprégnant qui s'est écoulée est mesurée; son volume ne doit pas dépasser 2 % du volume compris à l'intérieur de la gaine de l'échantillon pour les câbles à un conducteur et les câbles triplombs et 3 % pour les câbles multiconducteurs.

16 Répétition des mesures

Si l'une quelconque des mesures prévues dans cette section n'est pas conforme, deux nouveaux échantillons doivent être prélevés sur le même lot de câbles et soumis à la mesure ou aux mesures défectueuses. Si les deux contre-essais sont satisfaisants, l'ensemble des câbles du lot doit être considéré conforme aux prescriptions de cette norme. Si l'un ou l'autre des contre-essais est à nouveau défectueux, le lot de câbles doit être considéré comme non conforme. Le prélèvement et la mesure de nouveaux échantillons sont alors matière à négociation.

SECTION 6 – ESSAIS DE TYPE POUR LES CÂBLES

17 Généralités

Les essais suivants sont des essais de type:

- a) essai pertes/température (article 18);
- b) essai diélectrique en alternatif (19.1);
- c) essai de choc (19.2);
- d) essai de migration pour câbles non migrants seulement (article 20);
- e) essai non électrique des gaines extérieures non métalliques (article 21).

Le fabricant peut choisir d'effectuer sur un même tronçon de câble plusieurs des essais a), b) et c). Cependant, si un défaut se produit au cours d'un essai autre que le premier, cet essai devra être répété sur un nouveau tronçon du même câble, le résultat de ce nouvel essai étant seul pris en considération pour le jugement final des résultats.

Dans les câbles tripolaires, un seul conducteur doit être soumis aux essais a), b) et c).

18 Mesure des pertes en fonction de la température

Cet essai n'est applicable qu'aux câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV. La longueur du tronçon d'essai sous gaine métallique doit être de 4 m au moins. Le facteur de pertes de l'isolant est mesuré sous la tension U_0 à quatre températures au moins, par exemple:

- a) à température ambiante;
- b) à environ 40 °C;

15 Drainage test (for non-draining cables)

A sample having a length between 290 mm and 300 mm shall be cut from a selected drum in its sheathed state.

The sample shall be left unsealed at both ends and suspended vertically in a heated chamber at a temperature equal to the maximum permissible continuous operating temperature with a tolerance of ± 2 °C.

At the end of an 8 h period, the amount of compound which has drained shall be measured and shall not exceed 2 % of the volume of the interior of the sheath of the test sample for single-core cables and SL-type cables and 3 % for multicore cables.

16 Re-test procedure

Should any sample fail in any of the tests in this section, two further samples shall be taken from the same batch and subjected to the test or tests in which the original sample failed. Should both additional test samples pass the tests, all the cables or accessories in the batch from which they were taken shall be regarded as complying with the requirements of this standard. Should either of them fail, the batch of which these samples were representative shall be regarded as failing to comply. Further re-sampling and testing should then be a matter for negotiation.

SECTION 6 – TYPE TESTS FOR CABLES

17 General

The following tests are type tests:

- a) power factor/temperature test (clause 18);
- b) a.c. high-voltage test (19.1);
- c) impulse voltage test (19.2);
- d) drainage test (clause 20) for non-draining cables only;
- e) non-electrical test on non-metallic oversheaths (clause 21).

The manufacturer may, at his discretion, carry out more than one of the type tests a), b), c) on the same piece of cable. However, if on a subsequent test the requirements are not fulfilled, this test shall be repeated on a new sample of the same cable and the results of the latter test only shall be valid for the ultimate assessment of the results.

In the case of the three-core cables, the type tests a), b), c) shall be carried out on one core only.

18 Power factor/temperature test

This test shall be applied only to radial-field cables having a rated voltage U_0 equal to or greater than 8,7 kV. The length under the metallic sheath of the piece of cable tested shall be not less than 4 m. The power factor of the insulation shall be determined at the rated voltage U_0 of the cable at not less than four temperatures, for example:

- a) room temperature;
- b) 40 °C approximately;

- c) à environ 60 °C;
- d) à 10 °C au-dessus de la température de service spécifiée.

Des précautions doivent être prises pour garantir une température uniforme dans le câble, longitudinalement et radialement.

Le facteur de pertes mesuré sur le câble, déduction faite des extrémités, ne devra pas dépasser les valeurs appropriées ci-dessous:

Température du tronçon °C	Facteur de pertes maximal
20 à 60	0,0060
70	0,0130
75	0,0160
80	0,0190
85	0,0230

Pour des températures intermédiaires entre celles du tableau, les valeurs du facteur de pertes seront obtenues par interpolation linéaire.

19 Essais diélectriques de sécurité

Les essais diélectriques de sécurité ne sont applicables qu'aux câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV. Les deux essais suivants de 19.1 et 19.2 doivent être effectués.

19.1 Essai en tension alternative

Un tronçon de câble de 5 m au moins, à la température ambiante, doit supporter sans défaillance pendant 4 h une tension alternative, appliquée entre l'un des conducteurs et les autres conducteurs réunis à la gaine, égale à $4 U_0$ pour les câbles à imprégnation à masse, et à $3 U_0$ pour les câbles à imprégnation non migrante.

La tension doit être appliquée de façon continue, mais s'il se produit des interruptions pendant la période de 4 h, cette période doit être augmentée de la durée des interruptions. Le total de ces interruptions ne doit pas dépasser 1 h; dans le cas contraire, l'essai doit être recommandé.

19.2 Essai de choc

L'essai de choc se compose de trois essais qui doivent être exécutés dans cet ordre: pliage, essai de choc, essai diélectrique en alternatif.

Le tronçon d'essai aura la longueur imposée par l'exécution de l'essai de pliage et au minimum 5 m entre les extrémités.

19.2.1 Essai de pliage

L'échantillon doit être soumis aux opérations de pliage prévues en 14.1.

19.2.2 Essai de choc

L'essai de choc est effectué avec la méthode décrite dans la CEI 60230. La température d'essai est la température maximale admissible en service permanent avec une tolérance de ± 5 °C.

- c) 60 °C approximately;
- d) 10 °C above the rated operating temperature.

Precautions shall be taken to ensure that the temperature is uniform, longitudinally and radially, throughout the cable.

The measured power factor of the cable, excluding the terminations, shall be not greater than the appropriate value given below:

Temperature of sample °C	Maximum power factor
20 to 60	0,0060
70	0,0130
75	0,0160
80	0,0190
85	0,0230

Values of power factor for temperatures between those listed shall be obtained by linear interpolation.

19 Dielectric security tests

The dielectric security tests are applicable only to radial-field cables having a rated voltage U_0 of 8,7 kV and above. Both the following tests in 19.1 and 19.2 shall be carried out.

19.1 AC test

A sample of cable not less than 5 m in length, at ambient temperature, shall withstand for 4 h without failure, an alternating voltage, applied between one conductor and the other conductors connected to the sheath, equal to 4 U_0 for mass-impregnated cables and 3 U_0 for non-draining cables.

The voltage shall be applied continuously, but, if there are any unavoidable interruptions during the 4 h period, that period shall be increased by the time of the interruptions. The total of such interruptions shall not exceed 1 h; otherwise the test shall be started again.

19.2 Impulse voltage test

The impulse voltage test shall consist of three tests which shall be carried out in the following sequence: bending test, impulse test, a.c. voltage test.

The length of the sample shall be as required by the bending test, but at least 5 m outside the sealing ends.

19.2.1 Bending test

The sample shall be subjected to the bending operations specified in 14.1.

19.2.2 Impulse voltage test

The impulse voltage test shall be carried out by the method described in IEC 60230. The test temperature shall be the maximum permissible continuous operating temperature, with a tolerance of +5 °C.

Les tensions d'essais, issues de la CEI 60183, sont les suivantes:

Tension assignée U_0	Tension de l'essai de choc U_p
kV	kV
8,7	95
12	125
18	170

19.2.3 Essai diélectrique en tension alternative à la température ambiante

La méthode et la tension d'essai sont prescrites en 11.1.

20 Essai de migration

Un échantillon d'essai d'au moins 1 m de longueur est découpé dans le câble muni de sa gaine métallique. Cet échantillon d'essai est scellé à ses deux extrémités, sans application de chaleur, et en ménageant à l'une des extrémités un espace permettant de recueillir toute matière qui pourrait s'écouler du câble au cours de l'essai.

L'échantillon est suspendu verticalement, avec l'espace pour le rassemblement de matière à la partie inférieure, pendant 7 jours, dans une étuve chauffée à une température égale à la température maximale admissible en service permanent pour les conducteurs, avec une tolérance de ± 2 °C.

A la fin de la durée d'essai, la quantité d'impregnant qui s'est écoulée dans l'espace prévu à cet effet ne doit pas dépasser 3 % du volume compris à l'intérieur de la gaine métallique de l'échantillon.

Si le résultat n'est pas satisfaisant, on coupera deux autres échantillons sur des longueurs de câble choisies dans le même lot et on les soumettra au même essai. Ces deux échantillons devront être satisfaits pour que le lot soit réputé satisfaire la prescription du présent article.

21 Essais non électriques sur la gaine extérieure

Les essais non électriques sont prescrits par la CEI 60811 le cas échéant.

The impulse test voltages shall be those given in IEC 60183, as follows:

Rated voltage U_0 kV	Tension de l'essai de choc U_p kV
8,7	95
12	125
18	170

19.2.3 AC voltage test at room temperature

The method of test and test voltages shall be those specified in 11.1.

20 Drainage test

A sample not less than 1 m long shall be cut from a cable in its sheathed state. The sample shall be sealed at both ends, without the application of heat, space being left at one end for the collection of any compound which may drain out of the cable during the test.

The sample shall be suspended vertically with the drainage space at the lower end in a heated chamber, for 7 days, at a temperature equal to the maximum permissible continuous operating temperature of the conductor, with a tolerance of $\pm 2^\circ\text{C}$.

At the end of this period, the amount of compound which has drained into the space provided shall be measured and shall not exceed 3 % of the volume of the interior of the sheath of the sample.

If the sample fails to pass the test, two more samples shall be cut from selected lengths of cable forming part of the consignment. The test shall be repeated on these two samples. Only if both pass, shall the consignment be deemed to comply with the requirements of this clause.

21 Non-electrical tests on non-metallic oversheaths

The non-electrical test shall be those specified in IEC 60811 where appropriate.

SECTION 7 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

22 Généralités

L'approbation correspondant à la présente norme doit être obtenue en effectuant les essais spécifiques indiqués en 24.1.

Antérieurement, les approbations ont été acquises sur la base de normes et spécifications nationales et/ou la démonstration de performances satisfaisantes en service. La publication de cette norme ne rend pas caduques les approbations existantes. Cependant des produits acceptés sur la base de précédentes normes ou spécifications ne doivent pas être déclarés comme étant acceptés par cette norme tant qu'ils n'auront pas été spécifiquement essayés suivant celle-ci.

Il n'est pas nécessaire de répéter ces essais lorsqu'ils ont été effectués avec succès, sauf si des changements interviennent dans les matériaux, la constitution ou le procédé de fabrication, susceptibles d'affecter les caractéristiques de fonctionnement.

Les méthodes d'essais figurent dans la CEI 61442.

22.1 Types d'accessoires

Les accessoires visés par la présente norme sont indiqués ci-dessous:

- extrémités intérieures et extérieures de toutes conceptions, boîtes et coffrets d'extrémité inclus;
- jonctions et dérivations de toutes conceptions, utilisables dans le sol ou dans l'air;
- jonctions ou dérivations mixtes assurant le raccordement de câbles isolés au papier à des câbles à isolant extrudé.

22.2 Tensions assignées

Les tensions assignées U_0/U (U_m) des accessoires concernés par la présente norme sont indiquées en 2.2.

NOTE Les accessoires de câbles de tension assignée inférieure ou égale à 1,8/3 (3,6) kV ne sont pas couverts.

Pour une application donnée, la tension assignée d'un accessoire doit être compatible avec celle du câble et être adaptée aux conditions d'exploitation du réseau dans lequel ils sont utilisés, conformément aux recommandations de la CEI 60183.

22.3 Températures maximales de l'âme

Les accessoires doivent être appropriés à l'emploi sur des câbles dont les températures de l'âme sont spécifiées en 1.2 de la CEI 60055-2 en service normal, et dans la CEI 60986 en cas de court-circuit.

23 Montage des accessoires à essayer

23.1 Les câbles utilisés pour les essais doivent être conformes aux sections un à six et à la partie 2 de la présente norme. Il est recommandé que les câbles soient correctement identifiés comme indiqué en B.1 pour les câbles isolés au papier et en B.1 et en B.2 pour ce qui concerne les accessoires mixtes.

SECTION 7 – TYPE TESTS FOR ACCESSORIES

22 General

Approval to this standard shall be obtained by carrying out the appropriate tests as stated in 24.1.

Formerly, approval has been achieved on the basis of national standards and specifications and/or the demonstration of satisfactory service performance. Publication of this standard does not invalidate existing approvals. However, products approved to such earlier standards or specifications shall not claim approval to this standard unless specifically tested to it.

It is not necessary to repeat these tests, once successfully completed, unless changes are made in the materials, design or manufacturing process which might affect the performance characteristics.

Test methods are included in IEC 61442.

22.1 Types of accessory

The accessories covered by this standard are listed below:

- indoor and outdoor terminations of all designs, including terminal boxes;
- straight-joints and branch-joints of all designs, suitable for use underground or in air;
- transition joints connecting paper-insulated cables to cables with extruded insulation.

22.2 Rated voltages

The rated voltages U_0/U (U_m) of accessories considered in this standard are given in 2.2.

NOTE Accessories for cables rated up to and including 1,8/3 (3,6) kV are not covered.

For a given application, the rated voltage of an accessory shall be consistent with that of the cable, and shall be suitable for the operating condition of the system in which they are used, in accordance with the recommendations of IEC 60183.

22.3 Maximum conductor temperatures

The accessories shall be suitable for use on cables having the conductor temperatures specified in 1.2 of IEC 60055-2 for normal operation, and in IEC 60986 for short-circuit.

23 Assembly of accessories to be tested

23.1 Cables used for testing shall comply with sections one to six and part 2 of this standard. It is recommended that cables be correctly identified as in B.1 for paper-insulated cables, and B.1 and B.2 for the purpose of transition joints.

23.2 Les raccords de connexion utilisés dans les accessoires doivent être correctement identifiés en ce qui concerne:

- la technique de montage;
- les opérations d'ajustement indispensables et les matériels correspondants;
- la préparation des surfaces de contact;
- le type, numéro de référence et toute autre caractérisation du raccord de connexion;
- les détails concernant l'approbation de type.

Les raccords de connexion utilisés dans les accessoires mixtes doivent être étanches au plan hydraulique dans toutes les conditions de service. Ces raccords de connexion doivent être essayés comme indiqué en annexe A, à l'exception des raccords étanches par définition, c'est-à-dire usinés à partir de barres pleines sans orifice de communication.

23.3 Les accessoires à essayer doivent être correctement identifiés en ce qui concerne:

- le nom du fabricant;
- les type, désignation, date de fabrication ou code;
- les sections minimale et maximale, la nature du métal et la forme de l'âme du câble;
- les diamètres minimal et maximal sur l'enveloppe isolante du câble;
- la tension assignée (voir 2.2 et article 22);
- les instructions de montage (référence et date).

23.4 Les accessoires doivent être montés conformément aux instructions du fabricant avec les qualités et les quantités de matériaux compris dans la fourniture, lubrifiants éventuels inclus.

23.5 Les accessoires doivent être secs et propres, mais ni les câbles ni les accessoires ne doivent être soumis à un conditionnement susceptible de modifier les caractéristiques électriques, thermiques ou mécaniques des montages d'essai.

23.6 Les principaux détails concernant le montage d'essai, et notamment les dispositifs supports, doivent être consignés.

24 Conditions et étendue de l'approbation

24.1 Pour un type d'accessoire, l'approbation de l'ensemble de la gamme des sections indiquées dans la CEI 60055-2 doit être obtenue en effectuant avec succès les essais de type de la présente norme énumérés dans les Tableaux 2 et 3, sur une section de câble de 120 mm², 150 mm², 185 mm² ou 240 mm².

24.2 L'approbation est indépendante de la nature de l'âme du câble: les essais peuvent donc être effectués sur des câbles comportant des âmes en aluminium ou en cuivre.

24.3 Les essais entrepris sur des accessoires montés sur câbles ayant des âmes sectoriales sont considérés comme valables pour le même type d'accessoire monté sur des câbles dont les âmes sont circulaires, mais l'inverse ne s'applique pas.

24.4 Les essais effectués sur des accessoires tripolaires sont considérés comme valables pour des accessoires unipolaires de même conception. L'inverse ne s'applique pas.

24.5 L'approbation est limitée au fonctionnement électrique et au type de câble (c'est-à-dire à ceinture ou à champ radial, à matière migrante ou non migrante) sur lequel les essais ont été réalisés.

23.2 Connectors used within the accessories shall be correctly identified with respect to:

- assembly technique;
- tooling and necessary setting;
- preparation of contact surfaces;
- type, reference number and any other identification of the connector;
- details of the type test approval.

Connectors used in transition joints shall be hydraulically blocked under all conditions of operation. Such connectors shall be tested in accordance with annex A, with the exception of connectors inherently hydraulically blocked, i.e. machined from solid bar without through drilling.

23.3 Accessories to be tested shall be correctly identified with respect to:

- name of manufacturer;
- type, designation, manufacturing date or code;
- minimum and maximum cable cross-sections, material and shape of cable conductor;
- minimum and maximum cable insulation diameters;
- rated voltage (see 2.2 and clause 22);
- installation instructions (reference and date).

23.4 Accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants if any.

23.5 Accessories shall be dry and clean, but neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning which might modify the electrical or thermal or mechanical performance of the test assemblies.

23.6 The main details regarding test mounting, especially supporting devices shall be recorded.

24 Conditions and range of approval

24.1 For one type of accessory, approval of the full range of cross-sections given in IEC 60055-2 shall be obtained by successfully completing the type tests of this standard as listed in Tables 2 and 3, on a cable cross-section of either 120 mm², 150 mm², 185 mm² or 240 mm².

24.2 Approval is independent of the cable conductor material: tests may therefore be carried out using cables with either aluminium or copper conductors.

24.3 Tests performed on accessories installed on cables having shaped conductors shall be deemed to cover the same type of accessory when used on cables having circular conductors. The converse will not apply.

24.4 Tests performed on three-core accessories shall be deemed to cover single-core accessories of the same design. The converse will not apply.

24.5 Approval is restricted to the electrical design and type of the cables (i.e. belted or radial field, draining or non-draining) on which tests have been conducted.

24.6 Tout accessoire essayé pour une tension assignée donnée est considéré comme étant approuvé pour les tensions assignées plus faibles à condition que les critères de conception soient les mêmes.

24.7 Les montages d'essai et le nombre d'échantillons correspondants sont indiqués aux Figures 1 et 2.

25 Méthodes d'essais

Les différentes méthodes d'essais sont décrites dans la CEI 61442.

26 Séquences d'essais

Les essais applicables aux accessoires doivent être effectués conformément aux séquences figurant dans les tableaux et les figures suivants:

Tableau 1 – Séquences d'essais

Accessoires	Tableaux	Figures
Extrémités	2	1
Jonctions ou dérivations	3	2

Les essais sur les extrémités et les jonctions ou dérivations peuvent être combinés à condition que les séquences et les prescriptions soient les mêmes.

Les tensions d'essai et les prescriptions sont résumées au Tableau 4.

27 Résultats d'essais

Tous les échantillons essayés conformément à l'article 24 et aux Tableaux 2 et 3 doivent répondre aux prescriptions de toutes les séquences d'essais.

Si l'un quelconque des échantillons ne satisfait pas aux exigences, il doit être démonté, inspecté afin de déterminer si 27.1 ou 27.2 s'applique et les résultats de l'inspection doivent être enregistrés.

27.1 Défaillance de l'accessoire

Si un accessoire ne satisfait pas aux prescriptions par suite d'une erreur de montage ou de procédure d'essais, l'essai est annulé sans que les accessoires soient discrédités.

La séquence d'essai complète doit être répétée sur un nouvel ensemble d'échantillons.

En l'absence d'erreur telle qu'indiqué ci-dessus, le type d'accessoire n'est pas approuvé.

27.2 Défaillance du câble

Si un câble s'avère défaillant en dehors de tout élément constitutif de l'accessoire, l'essai est annulé sans que les accessoires soient discrédités. Les essais peuvent être répétés sur de nouveaux accessoires (l'essai redébutant à l'origine de la séquence) ou éventuellement en réparant le câble (l'essai étant poursuivi à compter de la phase défaillante).

24.6 Any accessory tested for a given rated voltage is considered to be approved for lower rated voltages provided the same design criteria are used.

24.7 Test arrangements and number of test samples are detailed in Figures 1 and 2.

25 Test methods

All test methods are described in IEC 61442.

26 Test sequences

The tests applicable to accessories shall be carried out in the sequences listed in the following tables and figures.

Table 1 – Test sequences

Accessories	Tables	Figures
Terminations	2	1
Straight or branch-joints	3	2

Tests on terminations and joints may be combined provided the sequences and requirements are the same.

The test voltages and requirements are summarized in Table 4.

27 Test results

All test samples, tested as indicated in clause 24 and Tables 2 and 3, shall meet the requirements for all test sequences.

If any of the test samples does not meet the requirements, the sample shall be dismantled, inspected to determine if 27.1 or 27.2 applies and the result of the inspection recorded.

27.1 Accessory failure

If an accessory fails to meet the requirements due to either test installation or test procedure errors, the test shall be declared void without discrediting the accessories.

The complete test sequence shall be repeated on a new set of samples.

If there is no evidence of such error, the type of accessory is not approved.

27.2 Cable failure

If a cable fails beyond any part of an accessory, the tests shall be declared void without discrediting the accessories. Tests may be repeated using new accessories (start testing from the beginning of the test sequence) or alternatively by repair of the cable (continue testing from the point of break).

28 Essais diélectriques

L'essai est exécuté conformément à l'article 11, à l'exception de la tension continue qui sera égale à 70 % des valeurs spécifiées dans ce paragraphe.

NOTE Si certains appareillages, tels que les disjoncteurs, ne peuvent être aisément isolés de l'installation, le choix de la tension d'essai fait l'objet d'un accord particulier entre les parties intéressées.

Tableau 2 – Séquences et prescriptions d'essais pour les extrémités

Essais ¹⁾		Prescriptions	Méthodes d'essai	Séquences d'essai (voir Figure 1)				
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
1	Tenue en c.a. ou tenue en c.c. Tenue en c.a.	5 min à 4,5 U_0 ou 15 min à 6 U_0 1 min à 4 U_0 sous pluie ²⁾	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4 ou 5 CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4	x x	x 	x 		
2	Ondes de choc à θ_l ³⁾	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x				
3	Cycles thermiques dans air	63 cycles ⁴⁾ à θ_l ³⁾ et 1,5 U_0	CEI 61442, article 9	x				
4	Court-circuit thermique (âme)	Deux courts-circuits pour porter l'âme à θ_{sc} du câble Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 11		x	x ⁵⁾		
5	Court-circuit dynamique ⁶⁾	Un court-circuit à I_d Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 12			x		
6	Ondes de choc	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x	x	x		
7	Tenue en c.a.	15 min à 2,5 U_0	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4	x	x	x		
8	Humidité ^{7),8)}	300 h à 1,25 U_0 , voir Tableau 4	CEI 61442, article 13				x	
9	Brouillard salin ^{2),8)}	1 000 h à 1,25 U_0 , voir Tableau 4	CEI 61442, article 13					x

1) Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à la température ambiante.

2) Uniquement pour les extrémités extérieures.

3) θ_l est la température maximale de l'âme du câble en service normal +0 à +5 K.

4) Durée totale 8 h avec ≥ 2 h de stabilisation et ≥ 3 h de refroidissement.

5) Le court-circuit thermique peut être combiné au court-circuit dynamique.

6) Prescrit seulement pour les accessoires de câbles unipolaires conçus pour des courants de crête initiaux $i_p > 80$ kA et pour les accessoires de câbles tripolaires conçus pour $i_p > 63$ kA. La valeur de I_d est à déclarer par le fabricant.

7) Uniquement pour les extrémités intérieures. Non prescrit pour les coffrets d'extrémité avec matière de remplissage.

8) Non prescrit pour les extrémités comportant des isolateurs en porcelaine.

Table 3 – Test sequences and requirements for straight or branch-joints

Tests ¹⁾		Requirements	Test methods	Test sequences (see Figure 2)		
				2.1	2.2	2.3
1	AC withstand or d.c. withstand	5 min at 4,5 U_0 or 15 min at 6 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4 or 5	x	x	x
2	Impulse at θ_l ^{2),3)}	10 impulses of each polarity	IEC 60230 and IEC 61442, clause 6	x		
3	Thermal cycles in air	Three cycles ⁴⁾ at θ_l ^{2),3)} and 1,5 U_0	IEC 61442, clause 9	x		
4	Thermal cycles under water ⁵⁾	60 cycles ⁴⁾ at θ_l ^{2),3)} and 1,5 U_0	IEC 61442, clause 9	x		
5	Thermal short-circuit (conductor) ²⁾	Two short-circuits to raise conductor to θ_{sc} of the cable No visible deterioration	IEC 61442, clause 11		x	x ⁶⁾
6	Dynamic short-circuit ⁷⁾	One short-circuit at I_d No visible deterioration	IEC 61442, clause 12			x
7	Impulse	10 impulses of each polarity	IEC 60230 and IEC 61442, clause 6	x	x	x
8	AC withstand	15 min at 2,5 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4	x	x	x

1) Unless otherwise specified, tests shall be carried out at ambient temperature.

2) For transition joints (paper insulation to extruded insulation), the testing parameters are those for the lower rated cable.

3) θ_l is the maximum cable conductor temperature in normal operation +0 to +5 K.

4) 8 h total with ≥ 2 h steady and ≥ 3 h cooling.

5) For cables and joints with continuous metallic covering (like metal sheath) by soldering/welding, this test may be carried out in air.

6) Thermal short-circuit may be combined with the dynamic short-circuit.

7) Only required for single-core cable accessories designed for initial peak currents $i_p > 80$ kA and three-core cable accessories for $i_p \geq 63$ kA. Value of I_d to be declared by the manufacturer.

Tableau 4 – Résumé des tensions d'essai et des prescriptions (voir article 26)

Tension assignée U_0/U (U_m)								
Essai	Tension d'essai	kV						Prescriptions
		3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)		
Humidité et brouillard salin	1,25 U_0	4,5	7,5	11	15	22,5	Pas de claquage ou de contournement Pas plus de trois déclenchements Pas de dégradation importante ¹⁾	
Cycles thermiques	1,5 U_0	5,4	9	13	18	27	Pas de claquage ou de contournement	
Tenue c.a./15 min	2,5 U_0	9	15	23	30	45	Pas de claquage ou de contournement	
Tenue c.a./1 min	4 U_0	14,5	24	35	48	72	Pas de claquage ou de contournement	
Tenue c.a./5 min	4,5 U_0	16	27	39	54	81	Pas de claquage ou de contournement	
Tenue c.c./15 min	6 U_0	21,6	36	52	72	108	Pas de claquage ou de contournement	
Ondes de choc (crête)	–	60	75	95	125	170	Pas de claquage ou de contournement	

¹⁾ On considère qu'une dégradation importante s'est produite lorsqu'il est évident que la performance de l'accessoire a été sévèrement réduite par un des éléments suivants:

- (i) perte de la qualité diélectrique en raison de cheminement;
- (ii) érosion jusqu'à une profondeur de 2 mm ou 50 % de l'épaisseur de la couche de matériau d'isolation appliquée, la plus petite de ces deux valeurs étant à retenir;
- (iii) fractionnement par fissuration du matériau;
- (iv) perforation du matériau.

¹⁾ On considère qu'une dégradation importante s'est produite lorsqu'il est évident que la performance de l'accessoire a été sévèrement réduite par un des éléments suivants:

- (i) perte de la qualité diélectrique en raison de cheminement;
- (ii) érosion jusqu'à une profondeur de 2 mm ou 50 % de l'épaisseur de la couche de matériau d'isolation appliquée, la plus petite de ces deux valeurs étant à retenir;
- (iii) fractionnement par fissuration du matériau;
- (iv) perforation du matériau.

Table 4 – Summary of test voltages and requirements (see clause 26)

Rated voltage $U_o/U (U_m)$ kV							
Test	Test voltage	3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)	Requirements
Humidity and salt fog	1,25 U_o	4,5	7,5	11	15	22,5	No failure or flashover No more than three trippings No substantial damage ¹⁾
Thermal cycles	1,5 U_o	5,4	9	13	18	27	No failure or flashover
AC withstand/15 min	2,5 U_o	9	15	23	30	45	No failure or flashover
AC withstand/1 min	4 U_o	14,5	24	35	48	72	No failure or flashover
AC withstand/5 min	4,5 U_o	16	27	39	54	81	No failure or flashover
DC withstand/15 min	6 U_o	21,6	36	52	72	108	No failure or flashover
Impulse (peak)	–	60	75	95	125	170	No failure or flashover

¹⁾ It is considered that substantial damage has occurred when it is evident that the performance of the accessory has been severely reduced by:

- (i) loss of dielectric quality due to tracking;
- (ii) erosion to a depth of 2 mm or 50 %, whichever is the smaller, of the wall thickness of the insulating material as applied;
- (iii) splitting of the material;
- (iv) puncture of the material.

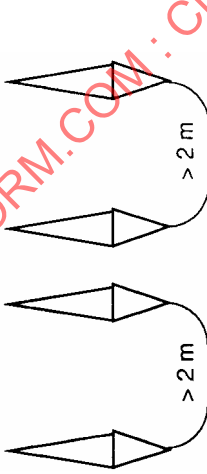
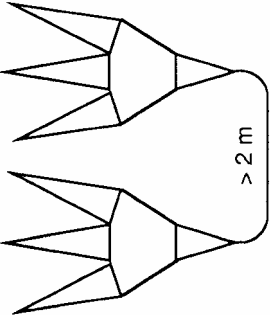
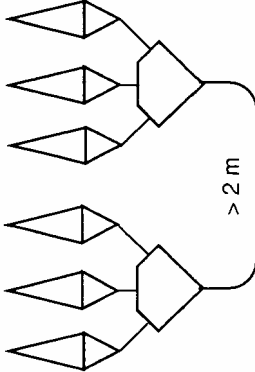
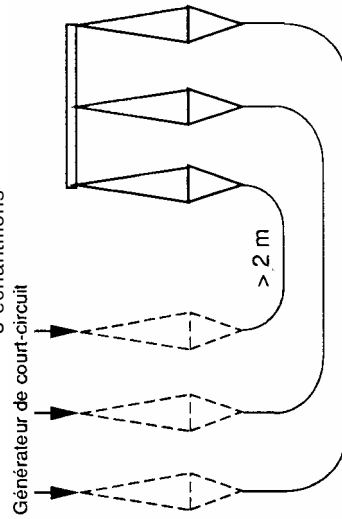
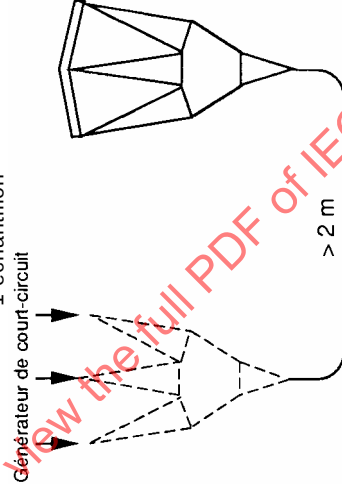
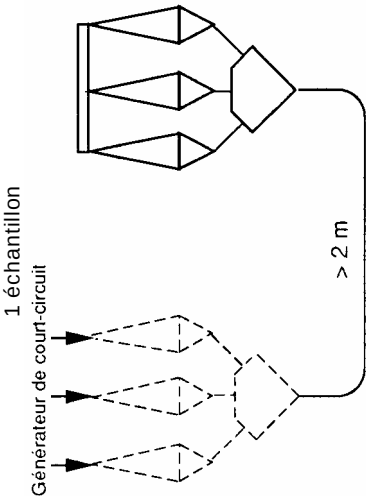
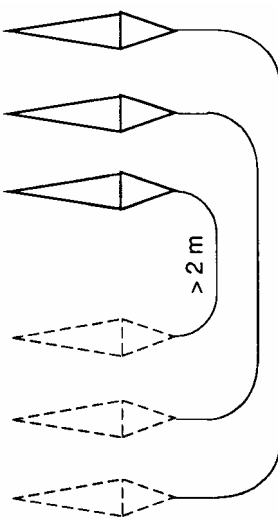
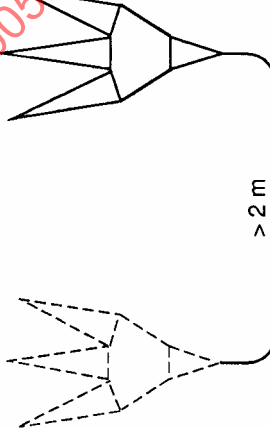
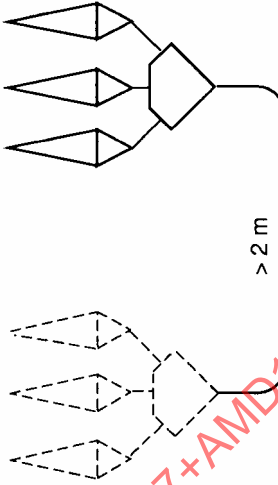
Séquence	Accessoires unipolaires	Accessoires tripolaires	Accessoires tripolaires
NOTE 1	4 échantillons	2 échantillons	2 échantillons
1.1			
NOTE 1, 2	3 échantillons	1 échantillon	1 échantillon
1.2 ou 1.3			
NOTE 1, 2	3 échantillons	1 échantillon	1 échantillon
1.4 ou 1.5			
NOTE 1 Les longueurs de câble indiquées ci-dessus sont mesurées entre les points d'entrée des accessoires.			
NOTE 2 1.2 peut être combinée avec 1.3. Pour les accessoires unipolaires, 1.2 peut être réalisée sur des boucles distinctes. La méthode de fixation du câble et des accessoires ainsi que la distance entre accessoires doivent être celles recommandées par le fabricant.			

Figure 1 – Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les extrémités (voir Tableau 2)

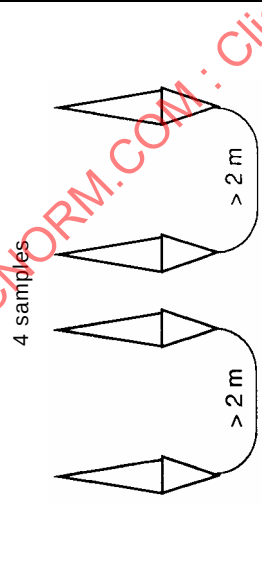
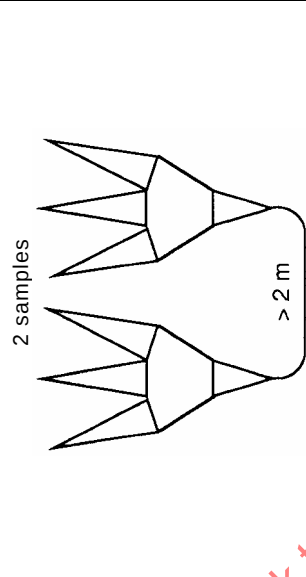
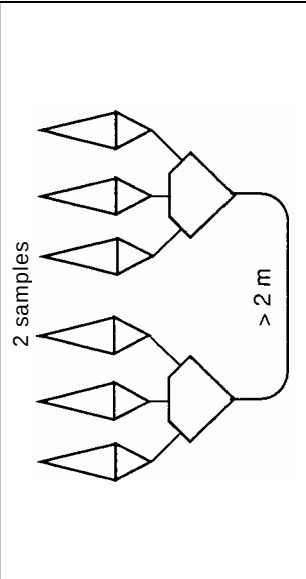
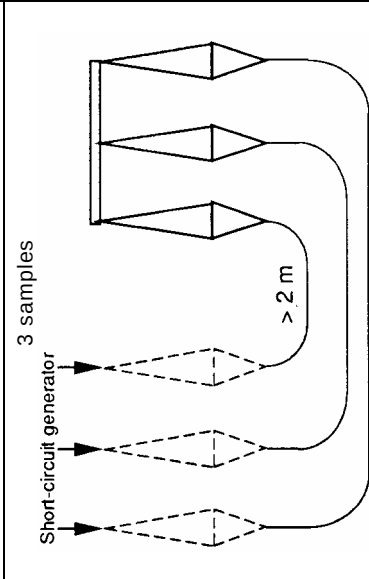
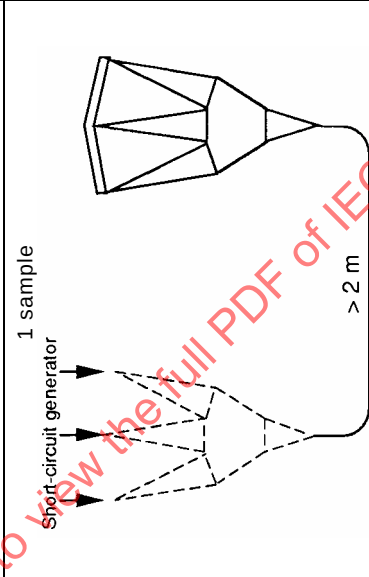
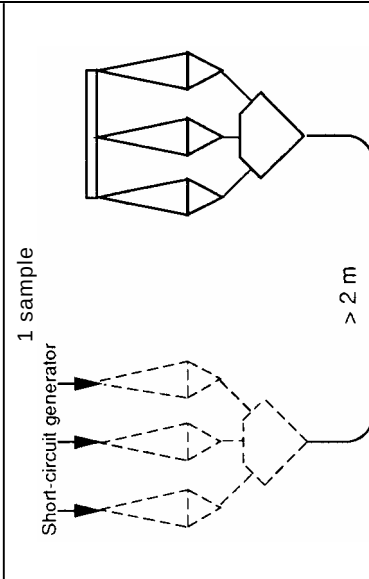
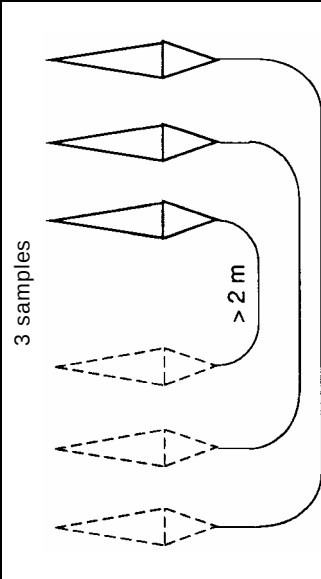
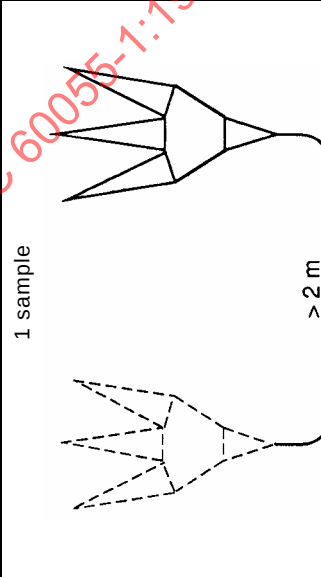
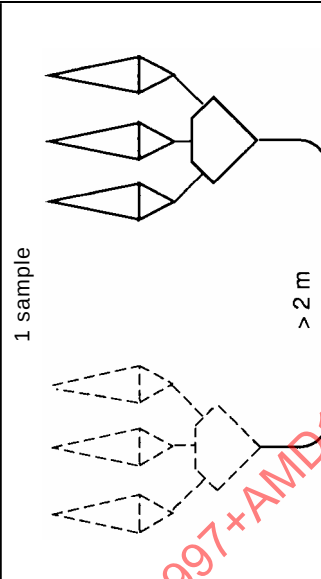
Sequence	Single-core accessories	Three-core accessories	Three-core accessories
NOTE 1			
1.1			
NOTE 1, 2			
1.2 or 1.3			
NOTE 1, 2			
1.4 or 1.5			
NOTE 1 The cable lengths stated above are measured between the cable inlet points of the accessories.			
NOTE 2 1.2 may be combined with 1.3. For single-core accessories, 1.2 may be carried out on separate loops. The cable and accessories clamping method and the spacing between accessories shall be as recommended by the manufacturer.			

Figure 1 – Test arrangements and number of samples for terminations (see Table 2)