

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
141-1**

Troisième édition
Third edition
1993-08

**Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz
et de leurs dispositifs accessoires –**

Partie 1:

Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique
et accessoires pour des tensions alternatives
inférieures ou égales à 400 kV

**Tests on oil-filled and gas-pressure
cables and their accessories –**

Part 1:

Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed
cables and accessories for alternating voltages
up to and including 400 kV



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 141-1: 1993

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
141-1**

Troisième édition
Third edition
1993-08

**Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz
et de leurs dispositifs accessoires –**

Partie 1:

Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique
et accessoires pour des tensions alternatives
inférieures ou égales à 400 kV

**Tests on oil-filled and gas-pressure
cables and their accessories –**

Part 1:

Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed
cables and accessories for alternating voltages
up to and including 400 kV

© CEI 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions et symboles	12
1.4 Désignation de la tension	12
1.5 Conditions d'essais	14
1.6 Caractéristiques	14
1.7 Catégories et fréquence des essais	16
SECTION 2: ESSAIS INDIVIDUELS SUR LES CÂBLES	
2.1 Généralités	18
2.2 Mesure de la résistance des âmes conductrices	18
2.3 Mesure de la capacité	20
2.4 Mesure de l'angle de pertes diélectriques	20
2.5 Essai diélectrique	20
2.6 Essais de revêtements anticorrosion	20
SECTION 3: ESSAIS SPÉCIAUX SUR LES CÂBLES	
3.1 Mesures d'épaisseur	22
3.2 Essai mécanique	26
SECTION 4: ESSAIS DE TYPE SUR LES CÂBLES	
4.1 Généralités	30
4.2 Prescriptions d'essais	32
4.3 Essai de l'angle de pertes diélectriques/température	32
4.4 Essai diélectrique de sécurité	32
4.5 Essai de tension de choc	34
SECTION 5: ESSAIS INDIVIDUELS SUR ACCESSOIRES	
5.1 Généralités	36
5.2 Boîtes de jonctions et d'extrémités	36
5.3 Réservoirs de pression – Epreuve hydraulique	36
5.4 Manomètres	36
5.5 Manomètres avertisseurs	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1.1 Scope	11
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions and symbols	13
1.4 Voltage designation	13
1.5 Test conditions	15
1.6 Characteristics	15
1.7 Categories and frequency of tests	17
SECTION 2: ROUTINE TESTS ON CABLES	
2.1 General	19
2.2 Conductor resistance test	19
2.3 Capacitance test	21
2.4 Dielectric loss angle test	21
2.5 High-voltage test	21
2.6 Test on corrosion-resistant coverings	21
SECTION 3: SPECIAL TESTS ON CABLES	
3.1 Measurements of thickness	23
3.2 Mechanical test	27
SECTION 4: TYPE TESTS ON CABLES	
4.1 General	31
4.2 Test requirements	33
4.3 Dielectric loss angle/temperature test	33
4.4 Dielectric security test	33
4.5 Lightning impulse voltage test	35
SECTION 5: ROUTINE TESTS ON ACCESSORIES	
5.1 General	37
5.2 Joint and sealing-end assemblies	37
5.3 Pressure tanks – Hydraulic test	37
5.4 Pressure gauges	37
5.5 Alarm pressure gauges	37

SECTION 6: ESSAIS SPÉCIAUX SUR ACCESSOIRES

6.1 Réservoirs de pression – Essai pression/volume	38
--	----

SECTION 7: ESSAIS DE TYPE SUR ACCESSOIRES

7.1 Généralités	38
7.2 Prescription de l'essai	40
7.3 Essai de tension de choc.....	40
7.4 Essai diélectrique de sécurité	40

SECTION 8: ESSAIS APRÈS POSE

8.1 Généralités	40
8.2 Essais d'écoulement d'huile	40
8.3 Coefficient d'imprégnation	40
8.4 Essai diélectrique	40
8.5 Essais de revêtements anticorrosion	42

Tableaux

1 Prescriptions pour les mesures de l'angle de pertes diélectriques	42
2 Valeurs normales des tensions de réseaux et des tensions d'essais recommandées pour les câbles à utiliser dans les réseaux triphasés	44
Annexe A – Méthodes de chauffage des tronçons de câbles	46

SECTION 6: SPECIAL TESTS ON ACCESSORIES

6.1	Pressure tanks – Pressure/volume test	39
-----	---	----

SECTION 7: TYPE TESTS ON ACCESSORIES

7.1	General	39
7.2	Test requirement	41
7.3	Lightning impulse voltage test	41
7.4	Dielectric security test	41

SECTION 8: TESTS AFTER INSTALLATION

8.1	General	41
8.2	Oil-flow test	41
8.3	Impregnation coefficient	41
8.4	High-voltage test	41
8.5	Test on corrosion-resistant coverings	43

Tables

1	Dielectric loss angle test requirements	43
2	Standard values of system voltages and test voltages recommended for cables to be used in three-phase systems	45

Annex A	– Methods of heating cable samples	47
---------	--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DE Câbles À Huile fluide, À Pression de Gaz
ET DE LEURS DISPOSITIFS ACCESSOIRES -****Partie 1: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique
et accessoires pour des tensions alternatives
inférieures ou égales à 400 kV**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 141-1 a été établie par le sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1976, sa modification n° 1 (1990) et son amendement 2 (1990).

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition, de la modification n° 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
20A(BC)150	20A(BC)160

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON OIL-FILLED AND GAS-PRESSURE CABLES
AND THEIR ACCESSORIES -****Part 1: Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables
and accessories for alternating voltages
up to and including 400 kV**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 141-1 has been prepared by sub-committee 20A: High-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1976, amendment 1 (1990) and amendment 2 (1990).

The text of this standard is based on the second edition, amendment 1, amendment 2, and the following documents:

DIS	Report on voting
20A(CO)150	20A(CO)160

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

La CEI 141 est constituée des parties suivantes, regroupées sous le titre général *Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires*:

- Partie 1: 1993, *Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV*
- Partie 2: 1963, *Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV*
- Partie 3: 1963, *Câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV*
- Partie 4: 1980, *Câbles à huile fluide en tuyau à isolation de papier imprégné sous forte pression d'huile et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV*

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

IEC 141 consists of the following parts, under the general title *Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories*:

- Part 1: 1993, *Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV*
- Part 2: 1963, *Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV*
- Part 3: 1963, *External gas-pressure (gas compression) cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV*
- Part 4: 1980, *Oil-impregnated paper-insulated high-pressure oil-filled pipe-filled pipe-type cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV*

Annex A forms an integral part of this standard.

ESSAIS DE CâBLES À HUILE FLUIDE, À PRESSION DE GAZ ET DE LEURS DISPOSITIFS ACCESSOIRES -

Partie 1: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 141 s'applique aux essais des câbles isolés au papier à remplissage d'huile, à champ radial, sous gaine métallique, et à leurs accessoires, qui fonctionnent sous une pression dont la valeur statique minimale est comprise entre 20 kPa (0,2 bar) et 300 kPa (3,0 bar), dont la valeur statique maximale ne dépasse pas 800 kPa (8,0 bar) et dont la pression transitoire minimale n'est pas inférieure à 20 kPa (0,2 bar). (Les pressions indiquées sont relatives, c'est-à-dire au-dessus de la pression atmosphérique.)

La présente partie s'applique également aux câbles et accessoires dont la pression statique maximale dépasse 800 kPa (8,0 bar), à l'exception des articles 3.2, 4.5 et 5.2 qui peuvent être modifiés en accord entre l'acheteur et le fabricant.

Les essais s'appliquent aux câbles et accessoires destinés à des réseaux dont la tension nominale ne dépasse pas 400 kV entre phases.

Pour les câbles fabriqués en grandes longueurs, l'application de cette norme doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 141. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 141 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 71: *Coordination de l'isolement*

CEI 183: 1984, *Guide pour le choix des câbles à haute tension*

CEI 228: 1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 229: 1982, *Essais sur les gaines extérieures des câbles, qui ont une fonction spéciale de protection et sont appliquées par extrusion*

CEI 230: 1966, *Essais de chocs des câbles et de leurs accessoires*

TESTS ON OIL-FILLED AND GAS-PRESSURE CABLES AND THEIR ACCESSORIES -

Part 1: Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope

This part of IEC 141 applies to tests on radial field, oil-filled, paper-insulated metal-sheathed cables and their accessories, which operate with a minimum static pressure of between 20 kPa (0,2 bar) and 300 kPa (3,0 bar) inclusive, a maximum static pressure of not more than 800 kPa (8,0 bar) and a minimum transient pressure of not less than 20 kPa (0,2 bar). (The quoted pressures are above atmospheric pressure.)

This part is applicable also to cables and accessories with maximum static pressures exceeding 800 kPa (8,0 bar), except that clauses 3.2, 4.5 and 5.2 may be appropriately modified by agreement between the purchaser and the manufacturer.

The tests are applicable to cables and accessories intended to be used in systems with nominal voltages not exceeding 400 kV between phases.

For cables manufactured in long lengths, the application of this part is subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 141. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 141 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 71: *Insulation co-ordination*

IEC 183: 1984, *Guide to the selection of high-voltage cables*

IEC 228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 229: 1982, *Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion*

IEC 230: 1966, *Impulse tests on cables and their accessories*

CEI 287: 1982, *Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100 %)*

CEI 811-1-1: 1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section un: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

Modification n° 1 (1988), Modification n° 2 (1989)

1.3 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 141, les définitions et symboles suivants s'appliquent:

câbles à écran sur âme en papier au noir de carbone: Câbles comportant sur âme un écran à base de papier au noir de carbone, celui-ci étant en contact avec l'isolation.

câbles à écran sur âme autre que le papier au noir de carbone: Câbles comportant sur âme un écran constitué de tout matériau autre que du papier au noir de carbone, ou disposé de telle sorte que le papier au noir de carbone ne soit pas en contact avec l'isolation. Dans le cadre de la présente norme, les câbles qui n'ont pas d'écran sur âme appartiennent aussi à ce groupe.

U_o est la tension nominale à fréquence industrielle entre âme et écran, pour laquelle le câble et ses accessoires sont établis

U est la tension nominale à fréquence industrielle entre deux âmes quelconques, pour laquelle le câble et ses accessoires sont établis

U_m est la tension la plus élevée du réseau. C'est la plus haute tension efficace entre phases qui peut être maintenue dans les conditions normales d'exploitation à tout instant et en tout point du réseau

U_p est la valeur de crête de la tension de tenue au choc pour laquelle le câble et les accessoires sont établis

1.4 Désignation de la tension

Les câbles et accessoires doivent être désignés par la tension nominale entre âme et écran U_o et par la tension nominale entre âmes U , toutes deux en kilovolts, par exemple 64/110. Les câbles conformes à la présente norme peuvent fonctionner dans un réseau des catégories suivantes:

Catégorie A: cette catégorie comprend les réseaux où les défauts à la terre sont éliminés aussi rapidement que possible, mais en tout cas en moins de 1 min.

Catégorie B: cette catégorie comprend les réseaux qui, en cas de défaut, continuent à être exploités pendant un temps limité avec une phase à la terre. Pour cette durée, la CEI 183 recommande de ne pas dépasser 1 h.

Pour les câbles de la présente norme, une période plus longue, ne dépassant en aucun cas 8 h, peut être tolérée. Il convient que la durée totale des défauts à la terre ne dépasse pas 125 h par an.

Catégorie C: ces câbles ne sont pas prévus pour fonctionner dans les réseaux de catégorie C. Lorsque cela est demandé, un accord doit être conclu lors de la conception des câbles et de leurs accessoires, entre utilisateur et fabricant.

IEC 287: 1982, *Calculation of the continuous current rating of cables (100 % load factor)*

IEC 811-1-1: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section One: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*
Amendment No. 1 (1988), Amendment No. 2 (1989)

1.3 Definitions and symbols

For the purposes of this part of IEC 141, the following definitions and symbols apply:

cables screened with carbon-black paper: Cables where carbon-black paper is applied as a screen over the conductor and where the carbon-black paper is in contact with the insulation.

cables not screened with carbon-black paper: Cables where the screen over the conductor consists of any material other than carbon-black paper, or is such that carbon-black paper, if present, is not in contact with the insulation. For the purpose of this standard, cables with unscreened conductors are to be included in this group.

U_o is the rated power-frequency voltage between conductor and core screen for which the cable and accessories are designed

U is the rated power-frequency voltage between any two conductors for which the cable and its accessories are designed

U_m is the highest voltage of the system. It is the highest r.m.s. line-to-line voltage that can be sustained under normal operating conditions at any time and at any point on the system

U_p is the peak value of the lightning impulse withstand voltage for which the cable and accessories are designed

1.4 Voltage designation

Cables and accessories shall be designated by the rated voltage between conductor and core screen U_o and by the rated voltage between conductors U , both in kilovolts, e.g. 64/110. Cables according to this standard can be operated in a system of the following categories:

Category A: this category comprises those systems where earth faults are cleared as rapidly as possible but in any case within 1 min.

Category B: this category comprises those systems which, under fault conditions, are operated for a short time with one phase earthed. According to IEC 183, this period should not exceed 1 h.

For cables in this standard, a longer period not exceeding 8 h on any occasion can be tolerated. The total duration of earth faults per year should not exceed 125 h.

Category C: these cables are not intended for operating in category C systems. Where there is such a requirement, agreement on the design of cables and accessories shall be made between the user and the manufacturer.