

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60227-2

Deuxième édition
Second edition
1997-11

**Conducteurs et câbles isolés au polychlorure
de vinyle, de tension nominale au plus égale
à 450/750 V –**

**Partie 2:
Méthodes d'essais**

**Polyvinyl chloride insulated cables
of rated voltages up to and including 450/750 V –**

**Part 2:
Test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60227-2: 1997

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue 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**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

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.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from the 1st January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

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**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

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.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60227-2

Deuxième édition
Second edition
1997-11

**Conducteurs et câbles isolés au polychlorure
de vinyle, de tension nominale au plus égale
à 450/750 V –**

**Partie 2:
Méthodes d'essais**

**Polyvinyl chloride insulated cables
of rated voltages up to and including 450/750 V –**

**Part 2:
Test methods**

© IEC 1997 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 procédé, 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Prescriptions générales	6
1.2 Essais applicables	6
1.3 Classification des essais selon la fréquence à laquelle ils sont effectués	6
1.4 Echantillonnage	6
1.5 Préconditionnement	6
1.6 Température d'essai	6
1.7 Tension d'essai	6
1.8 Vérification de la durabilité des couleurs et des inscriptions	8
1.9 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante	8
1.10 Mesure de l'épaisseur de la gaine	8
1.11 Mesures des dimensions extérieures et de l'ovalisation	10
2 Essais électriques	10
2.1 Résistance électrique des âmes	10
2.2 Essai de tension effectué sur les conducteurs et câbles complets	10
2.3 Essai de tension sur les conducteurs constitutifs	10
2.4 Résistance d'isolement	12
3 Essais de résistance mécanique des câbles souples complets	12
3.1 Essai de flexions alternées	14
3.2 Essai de pliages	19
3.3 Essai de secousses	21
3.4 Essai de séparation des conducteurs	21
3.5 Essai statique de souplesse	21
3.6 Résistance à la traction du bourrage central des câbles pour ascenseurs	23
Figures	
1 Appareil pour l'essai de flexions alternées	14
2 Appareil pour l'essai de pliages	20
3 Essai statique de souplesse	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	7
1.1 General requirements	7
1.2 Applicable tests	7
1.3 Classification of tests according to the frequency with which they are carried out.....	7
1.4 Sampling	7
1.5 Pre-conditioning.....	7
1.6 Test temperature	7
1.7 Test voltage.....	7
1.8 Checking of the durability of colours and markings	9
1.9 Measurement of insulation thickness.....	9
1.10 Measurement of sheath thickness	9
1.11 Measurement of overall dimensions and ovality.....	11
2 Electrical tests	11
2.1 Electrical resistance of conductors	11
2.2 Voltage test carried out on completed cables	11
2.3 Voltage test on cores	11
2.4 Insulation resistance	13
3 Tests of mechanical strength of completed flexible cables.....	13
3.1 Flexing test.....	15
3.2 Bending test	20
3.3 Snatch test	22
3.4 Test for separation of cores	22
3.5 Static flexibility test.....	23
3.6 Tensile strength of the central heart of lift cables	24
Figures	
1 Flexing apparatus.....	15
2 Bending test apparatus.....	21
3 Static flexibility test	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDUCTEURS ET CÂBLES ISOLÉS AU POLYCHLORURE DE VINYLE, DE TENSION NOMINALE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V –

Partie 2: Méthodes d'essais

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 concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1979, la modification 1 (1985) et l'amendement 2 (1995). Elle constitue une révision technique.

Le texte de la présente norme est issu de la première édition, de la modification 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20B/249/FDIS	20B/258/RVD

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

Le contenu du corrigendum du mois d'Avril 1998 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POLYVINYL CHLORIDE INSULATED CABLES
OF RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V –****Part 2: Test methods**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1979, amendment 1 (1985) and amendment 2 (1995). It constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
20B/249/FDIS	20B/258/RVD

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

The contents of the corrigendum of April 1998 have been included in this copy.

CONDUCTEURS ET CÂBLES ISOLÉS AU POLYCHLORURE DE VINYLE, DE TENSION NOMINALE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V –

Partie 2: Méthodes d'essais

1 Généralités

1.1 Prescriptions générales

Les méthodes d'essais spécifiées de l'ensemble des parties de la CEI 60227 sont données dans la présente partie ainsi que dans les publications suivantes:

CEI 60227-1:1993, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60332-1, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai effectué sur un câble vertical*

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*

1.2 Essais applicables

Les essais applicables aux types de conducteurs et câbles sont indiqués dans les spécifications particulières (CEI 60227-3, CEI 60227-4, etc.).

1.3 Classification des essais selon la fréquence à laquelle ils sont effectués

Les essais spécifiés sont des essais de type (symbole T) et/ou des essais de prélèvement (symbole S), comme définis en 2.2 de la CEI 60227-1.

Les symboles T et S sont utilisés dans les tableaux correspondants des spécifications particulières (CEI 60227-3, CEI 60227-4, etc.).

1.4 Echantillonnage

Si un marquage est en creux sur l'enveloppe isolante ou la gaine, les échantillons utilisés pour les essais sont prélevés de façon à porter ce marquage.

Pour les câbles multiconducteurs, sauf spécification contraire, les essais ne doivent pas être effectués sur plus de trois conducteurs (de couleurs différentes lorsque cela est possible), excepté pour l'essai en 1.9.

1.5 Préconditionnement

Tous les essais doivent être effectués au moins 16 h après l'extrusion des mélanges d'isolation ou de gainage.

1.6 Température d'essai

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

POLYVINYL CHLORIDE INSULATED CABLES OF RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V –

Part 2: Test methods

1 General

1.1 General requirements

The methods of carrying out the tests specified in all parts of IEC 60227 are given in this part and the following publications:

IEC 60227-1:1993, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*

IEC 60332-1: *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated cable*

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

1.2 Applicable tests

The tests applicable to the types of cables are given in the particular specifications (IEC 60227-3, IEC 60227-4, etc.).

1.3 Classification of tests according to the frequency with which they are carried out

The tests specified are type tests (symbol T) and/or sample tests (symbol S) as defined in 2.2 of IEC 60227-1.

The symbols T and S are used in the relevant tables of the particular specifications (IEC 60227-3, IEC 60227-4, etc.).

1.4 Sampling

If a marking is in relief in the insulation or sheath, the samples used for the tests shall be taken so as to include such marking.

For multicore cables, except for the test specified in 1.9, not more than three cores (of different colours, if applicable) shall be tested unless otherwise specified.

1.5 Pre-conditioning

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the insulating or sheathing compounds.

1.6 Test temperature

Unless otherwise specified, tests shall be made at ambient temperature.

1.7 Tension d'essai

Sauf spécification contraire, les tensions d'essai doivent être des tensions alternatives, de fréquences 49 Hz à 61 Hz, ayant une forme approximativement sinusoïdale, le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace étant égal à $\sqrt{2}$ avec une tolérance de $\pm 7\%$.

Les valeurs indiquées sont des valeurs efficaces.

1.8 Vérification de la durabilité des couleurs et des inscriptions

La vérification est effectuée en essayant d'effacer l'inscription des fabricants ou la marque de fabrique, et les couleurs des conducteurs ou les motifs sur ceux-ci, en les frottant légèrement dix fois avec de la ouate ou un morceau de chiffon imbibé d'eau.

1.9 Mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante

1.9.1 Mode opératoire

La mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante est effectuée conformément au 8.1 de la CEI 60811-1-1. On prélève un échantillon de câble, en trois endroits, distants de 1 m au moins.

La vérification est effectuée sur chaque conducteur dans le cas des câbles ayant cinq conducteurs au plus et sur cinq des conducteurs dans le cas des câbles ayant plus de cinq conducteurs.

S'il est difficile de retirer l'âme, on peut soit étirer celle-ci dans une machine de traction, soit plonger l'éprouvette dans un bain de mercure jusqu'à ce que l'enveloppe isolante se détache.

1.9.2 Evaluation des résultats

La moyenne des 18 valeurs (exprimées en millimètres) obtenue sur les trois tronçons de l'enveloppe isolante de chaque conducteur est calculée avec deux décimales et arrondie comme indiqué ci-après; cette valeur est considérée comme étant la valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante.

Si le calcul donne pour la deuxième décimale 5 ou plus, la première décimale doit être augmentée au chiffre supérieur; ainsi, 1,74 est arrondi à 1,7 et 1,75 à 1,8.

La plus petite de toutes les valeurs obtenues est considérée comme étant l'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante en un point.

Cet essai peut être combiné avec toutes autres mesures d'épaisseur, par exemple celles du 5.2.4 de la CEI 60227-1.

1.10 Mesure de l'épaisseur de la gaine

1.10.1 Mode opératoire

La mesure de l'épaisseur de la gaine est effectuée conformément au 8.2 de la CEI 60811-1-1.

On prélève un échantillon de câble souple en trois endroits, distants de 1 m au moins.

1.10.2 Evaluation des résultats

La moyenne de toutes les valeurs (exprimée en millimètres) obtenues sur les trois tronçons de la gaine est calculée avec deux décimales et arrondie comme indiqué ci-après; cette valeur est considérée comme étant la valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine.

Si le calcul donne pour la deuxième décimale 5 ou plus, la première décimale est augmentée au chiffre supérieur; ainsi, 1,74 est arrondi à 1,7 et 1,75 à 1,8.

1.7 Test voltage

Unless otherwise specified, the test voltages shall be a.c. 49 Hz to 61 Hz of approximately sine-wave form, the ratio peak value/r.m.s. value being equal to $\sqrt{2}$ with a tolerance of $\pm 7\%$.

The values quoted are r.m.s. values.

1.8 Checking of the durability of colours and markings

Compliance with this requirement shall be checked by trying to remove the marking of the manufacturer's name or trade mark and the colours of cores or numerals by rubbing lightly ten times with a piece of cotton wool or cloth soaked in water.

1.9 Measurement of insulation thickness

1.9.1 Procedure

The thickness of insulation shall be measured in accordance with 8.1 of IEC 60811-1-1. One sample of cable shall be taken from each of three places, separated by at least 1 m.

Compliance shall be checked on each core of cables having up to five cores, and on any five cores of cables with more than five cores.

If withdrawal of the conductor is difficult, it shall be stretched in a tensile machine or the piece of core shall be immersed in mercury until the insulation becomes loose.

1.9.2 Evaluation of results

The mean of the 18 values (expressed in millimetres) obtained from the three pieces of insulation from each core shall be calculated to two decimal places and rounded off as given below, and this shall be taken as the mean value of the thickness of insulation.

If in the calculation the second decimal figure is 5 or more, the first decimal figure shall be raised to the next number, thus, for example, 1,74 shall be rounded off to 1,7 and 1,75 to 1,8.

The lowest of all values obtained shall be taken as the minimum thickness of insulation at any place.

This test may be combined with any other measurements of thickness, for instance those of 5.2.4 of IEC 60227-1.

1.10 Measurement of sheath thickness

1.10.1 Procedure

The thickness of sheath shall be measured in accordance with 8.2 of IEC 60811-1-1.

One sample of cable shall be taken from each of three places, separated by at least 1 m.

1.10.2 Evaluation of results

The mean of all the values (expressed in millimetres) obtained from the three pieces of sheath shall be calculated to two decimal places and rounded off as given below, and this shall be taken as the mean value of the thickness of sheath.

If in the calculation the second decimal figure is 5 or more, the first decimal figure shall be raised to the next number, thus, for example, 1,74 shall be rounded off to 1,7 and 1,75 to 1,8.

La plus petite de toutes les valeurs obtenues est considérée comme étant l'épaisseur minimale de la gaine en un point.

Cet essai peut être combiné avec toutes autres mesures d'épaisseur, par exemple celles du 5.5.4 de la CEI 60227-1.

1.11 Mesures des dimensions extérieures et de l'ovalisation

Pour ces mesures, on utilise les trois échantillons prélevés conformément à 1.9 ou 1.10.

La mesure du diamètre extérieur d'un câble rond et des dimensions extérieures des câbles méplats d'une largeur ne dépassant pas 15 mm est effectuée conformément à 8.3 de la CEI 60811-1-1.

La mesure des dimensions des câbles méplats ayant une largeur supérieure à 15 mm est effectuée à l'aide d'un micromètre, d'un projecteur de mesure ou d'un appareil de mesure analogue.

La moyenne des valeurs obtenues est considérée comme la dimension extérieure moyenne.

La vérification de l'ovalisation d'un câble rond sous gaine est effectuée en opérant deux mesures sur une même section droite du câble.

2 Essais électriques

2.1 Résistance électrique des âmes

La vérification de la résistance électrique des âmes est effectuée par la mesure de la résistance de chaque âme d'un échantillon de conducteur ou câble ayant au moins 1 m de longueur et de la longueur de cet échantillon.

Si nécessaire, une correction à 20 °C et à une longueur de 1 km est obtenue par la formule:

$$R_{20} = R_t \frac{254,5}{234,5 + t} \cdot \frac{1\,000}{L}$$

où

t est la température de l'échantillon au moment de la mesure, en degrés Celsius

R_{20} est la résistance à 20 °C en ohm/kilomètre

R_t est la résistance de L mètres de câble à t °C en ohms

L est la longueur de l'échantillon de conducteur ou câble, en mètres (longueur de l'échantillon complet et non des conducteurs d'un câble ou des brins d'une âme après décâblage)

2.2 Essai de tension effectué sur les conducteurs et câbles complets

Un échantillon de conducteur ou câble en l'état de livraison est immergé dans un bain d'eau si le câble ne comporte pas de couche métallique. La longueur de l'échantillon, la température de l'eau et la durée de l'immersion sont spécifiées dans le tableau 3 de la CEI 60227-1.

Une tension est appliquée successivement entre chaque âme et toutes les autres reliées électriquement entre elles et à la couche métallique éventuelle ou à l'eau; puis entre toutes les âmes reliées entre elles et la couche métallique ou l'eau.

La valeur de la tension et la durée de son application sont spécifiées pour chaque cas dans le tableau 3 de la CEI 60227-1.

The lowest of all values obtained shall be taken as the minimum thickness of sheath at any place.

This test may be combined with any other measurements of thickness, for instance those of 5.5.4 of IEC 60227-1.

1.11 Measurement of overall dimensions and ovality

The three samples taken in accordance with 1.9 or 1.10 shall be used.

The measurement of the overall diameter of any circular cable and of the overall dimensions of flat cables with a major dimension not exceeding 15 mm shall be carried out in accordance with 8.3 of IEC 60811-1-1.

For the measurement of flat cables with a major dimension exceeding 15 mm, a micrometer, a profile projector or similar appliance shall be used.

The mean of the values obtained shall be taken as the mean overall dimension.

For checking the cable ovality of circular sheathed cables, two measurements shall be made at the same cross-section of the cable.

2 Electrical tests

2.1 Electrical resistance of conductors

In order to check the electrical resistance of conductors, the resistance of each conductor shall be measured from a sample of cable of at least 1 m in length, and the length of each sample shall be measured.

If necessary, a correction to 20 °C and to a length of 1 km shall be obtained by the formula:

$$R_{20} = R_t \frac{254,5}{234,5 + t} \cdot \frac{1\,000}{L}$$

where

t is the temperature of the sample at the moment of measurement, in degrees Celsius

R_{20} is the resistance at 20 °C, in ohm/kilometre

R_t is the resistance of L metres of cable at t °C in ohms

L is the length of the sample of cable, in metres (length of the complete sample and not of the individual cores or wires)

2.2 Voltage test carried out on completed cables

A sample of cable, as delivered, shall be immersed in water if the cable has no metallic layer. The length of the sample, the temperature of the water and the duration of immersion are given in table 3 of IEC 60227-1.

A voltage shall be applied in turn between each conductor and all the others connected together and to the metallic layer, if any, or to the water, then between all conductors connected together and the metallic layer or water.

The voltage and the duration of its application are given for each case in table 3 of IEC 60227-1.

2.3 Essai de tension sur les conducteurs constitutifs

Cet essai s'applique aux câbles sous gaine et aux câbles souples méplats sans gaine autres que les câbles souples à fil rosette.

L'essai est effectué sur un échantillon de câble de 5 m de longueur. La gaine et tout autre revêtement ou bourrage éventuel sont enlevés sans endommager les conducteurs constitutifs.

Dans le cas d'un câble souple méplat sans gaine, l'enveloppe isolante est légèrement sectionnée entre les conducteurs constitutifs, et les conducteurs constitutifs sont séparés à la main sur une longueur de 2 m. La valeur de la tension et la durée de son application sont spécifiées pour chaque cas dans le tableau 3 de la CEI 60227-1.

Les conducteurs constitutifs sont immergés dans l'eau, comme il est spécifié dans le tableau 3 de la CEI 60227-1 et une tension est appliquée entre l'âme des conducteurs constitutifs et l'eau.

La valeur de la tension et la durée de son application sont spécifiées pour chaque cas dans le tableau 3 de la CEI 60227-1.

2.4 Résistance d'isolement

Cet essai s'applique à tous les câbles. Il est effectué sur des échantillons de conducteur d'une longueur de 5 m, préalablement soumis à l'essai en 2.3 ou, si celui-ci n'est pas applicable, à l'essai en 2.2.

L'échantillon est immergé dans de l'eau préalablement chauffée à la température spécifiée, les extrémités de l'échantillon étant maintenues hors de l'eau sur une longueur d'environ 0,25 m.

La longueur des échantillons, la température de l'eau et la durée d'immersion sont spécifiées dans le tableau 3 de la CEI 60227-1.

Puis on applique une tension continue comprise entre 80 V et 500 V entre l'âme et l'eau.

On mesure la résistance d'isolement après 1 min d'application de la tension et on rapporte cette valeur à 1 km.

Aucune des valeurs d'isolement obtenues ne doit être inférieure à la valeur de résistance d'isolement minimale prescrite dans les spécifications particulières (CEI 60227-3, CEI 60227-4, etc.).

Les valeurs de la résistance d'isolement spécifiées dans les spécifications particulières (CEI 60227-3, CEI 60227-4, etc.) sont basées sur une résistivité transversale de $1 \times 10^8 \Omega \cdot m$; elles ont été calculées à partir de la formule:

$$R = 0,0367 \log_{10} \frac{D}{d}$$

où

R est la résistance d'isolement, en mégohm kilomètre

D est le diamètre extérieur nominal de l'enveloppe isolante

d est le diamètre du cercle circonscrit de l'âme ou, pour les câbles souples à fil rosette, le diamètre intérieur nominal de l'enveloppe isolante

2.3 Voltage test on cores

The test applies to sheathed cables and to flat non-sheathed cords but not to flat tinsel cords.

The test shall be made on a sample of cable of 5 m length. The sheath and any other covering or filling shall be removed without damaging the cores.

In the case of a flat non-sheathed cord, a short cut shall be made in the insulation between the cores, and the cores shall be separated by hand for a length of 2 m. The voltage and the duration of its application are given for each case in table 3 of IEC 60227-1.

The cores shall be immersed in water as specified in table 3 of IEC 60227-1, and a voltage shall be applied between the conductors and the water.

The voltage and the duration of its application are given for each case in table 3 of IEC 60227-1.

2.4 Insulation resistance

This test applies to all cables. It shall be made on the core samples, 5 m in length, previously submitted to the test described in 2.3 or, if this is not applicable, to the test described in 2.2.

The sample shall be immersed in water previously heated to the specified temperature, a length of about 0,25 m at each end of the sample being kept above the water.

The length of the samples, the temperature of the water and the duration of immersion are given in table 3 of IEC 60227-1.

A d.c. voltage of between 80 V and 500 V shall then be applied between the conductor and the water.

The insulation resistance shall be measured 1 min after application of the voltage and this value shall be related to 1 km.

None of the resulting values shall be below the minimum insulation resistance value prescribed in the particular specifications (IEC 60227-3, IEC 60227-4, etc.).

The values of the insulation resistance specified in the particular specifications (IEC 60227-3, IEC 60227-4, etc.) are based on a volume resistivity of $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$; they have been calculated from the formula:

$$R = 0,0367 \log_{10} \frac{D}{d}$$

where:

R is the insulation resistance, in megohm kilometre

D is the nominal outer diameter of the insulation

d is the diameter of the circumscribed circle of the conductor or, for tinsel cords, the nominal inner diameter of the insulation

3 Essais de résistance mécanique des câbles souples complets

3.1 Essai de flexions alternées

3.1.1 Généralités

Les prescriptions sont données en 5.6.3.1 de la CEI 60227-1.

Cet essai ne s'applique ni aux câbles souples à fil rosette ni aux câbles monoconducteurs avec âmes souples pour installations fixes, ni aux câbles souples multiconducteurs ayant des conducteurs dont la section nominale excède 2,5 mm².

3.1.2 Dispositif d'essai

L'essai est effectué au moyen de l'appareil représenté à la figure 1. Cet appareil est constitué d'un chariot C, d'un système de commande du chariot et de quatre poulies pour chaque échantillon de câble à essayer. Le chariot C porte deux poulies A et B, qui ont un diamètre identique. Les deux poulies fixes, aux extrémités de l'appareil, peuvent avoir un diamètre différent de celui des poulies A et B, mais les quatre poulies doivent être disposées de façon que le câble soit horizontal entre elles. Le chariot effectue des cycles (mouvements de va-et-vient) sur une distance de 1 m avec une vitesse approximativement constante de 0,33 m/s entre chaque changement de direction du mouvement.

Les poulies doivent être faites de métal et doivent avoir une gorge semi-circulaire pour l'essai des câbles ronds et une gorge plate pour celui des câbles plats. Les colliers de butée D doivent être fixés de façon qu'une traction soit en tout temps exercée par la masse de laquelle le chariot s'éloigne. La distance d'un collier de butée à son support, alors que l'autre collier reste sur son support, doit être au maximum de 5 cm.

Le système de commande doit être tel que le chariot tourne en douceur et sans secousse lorsqu'il change de direction.

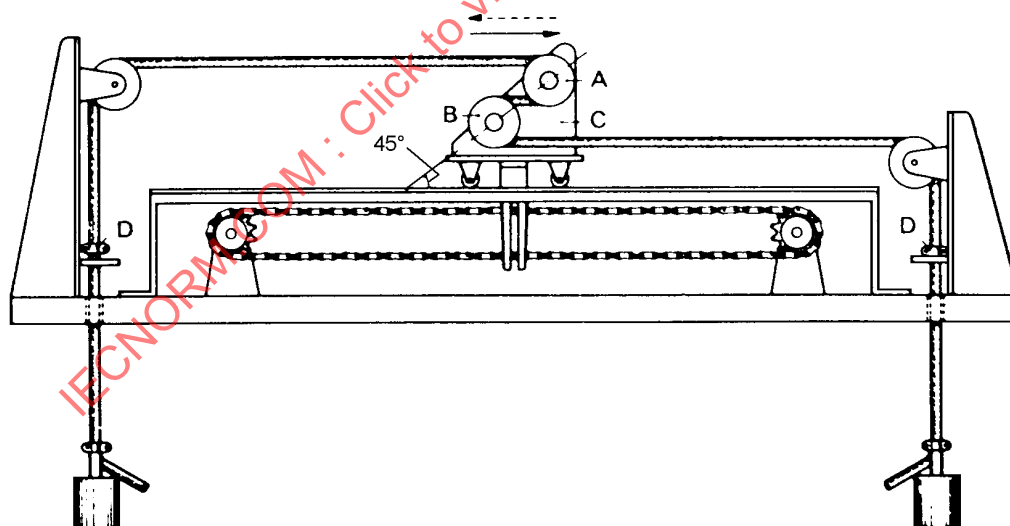


Figure 1 – Appareil pour l'essai de flexions alternées

3.1.3 Préparation de l'échantillon

Un échantillon de câble souple d'environ 5 m de longueur doit être tendu sur les poulies, comme indiqué à la figure 1, les deux extrémités étant chargées par une masse. Celle-ci et le diamètre des poulies A et B sont spécifiés dans le tableau 1.

3 Tests of mechanical strength of completed flexible cables

3.1 Flexing test

3.1.1 General

The requirements are given in 5.6.3.1 of IEC 60227-1.

This test does not apply to tinsel cords, nor to single-core cables with flexible conductors for fixed wiring, nor to multi-core flexible cables having cores of nominal cross sectional area greater than 2,5 mm².

3.1.2 Apparatus

This test shall be carried out by means of the apparatus shown in figure 1. This apparatus consists of a carrier C, a driving system for the carrier and four pulleys for each sample of cable to be tested. The carrier C supports two pulleys A and B, which are of the same diameter. The two fixed pulleys, at either end of the apparatus, may be of a different diameter from pulleys A and B, but all four pulleys shall be so arranged that the sample is horizontal between them. The carrier makes cycles (forward and backward movements) over a distance of 1 m at an approximately constant speed of 0,33 m/s between each reversal of the direction of movement.

The pulleys shall be made of metal and have a semi-circular shaped groove for circular cables and a flat groove for flat cables. The restraining clamps D shall be fixed so that the pull is always applied by the weight from which the carrier is moving away. The distance from one restraining clamp to its support, while the other clamp is resting on its support, shall be of 5 cm maximum.

The driving system shall be such that the carrier turns smoothly and without jerks when it reverses from one direction to another.

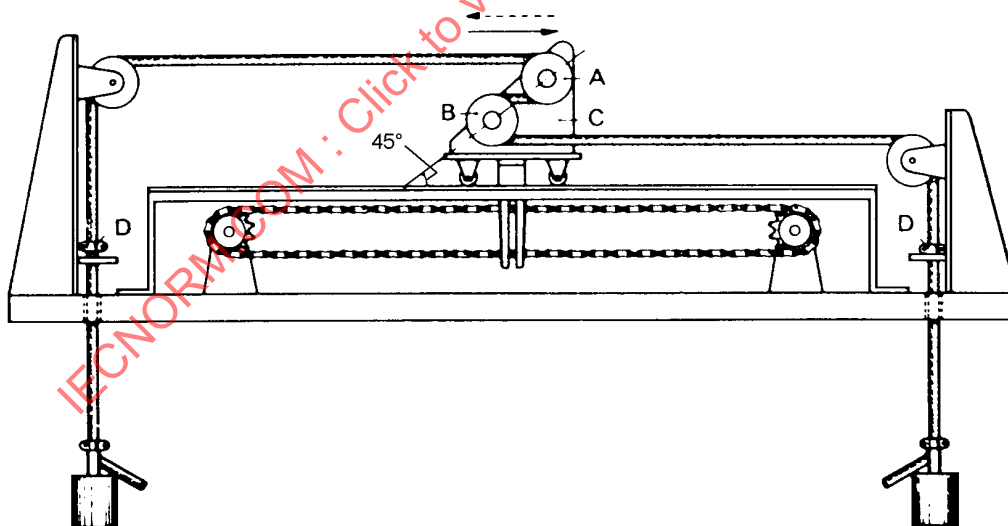


Figure 1 – Flexing apparatus

3.1.3 Sample preparation

A sample of flexible cable about 5 m long shall be stretched over the pulleys, as shown in figure 1, each end being loaded with a weight. The mass of this weight and the diameter of pulleys A and B are given in table 1.

Tableau 1 – Masse et diamètre des poulies

Type de câbles souples	Nombre de conducteurs ²⁾	Section nominale mm ²	Masse kg	Diamètre des poulies ¹⁾ mm
Câble souple méplat sans gaine	2	0,5 0,75	0,5 1,0	60 60
Câble souple sous gaine légère en polychlorure de vinyle	2	0,5 0,75 1 1,5 2,5	0,5 1,0 1,0 1,0 1,5	60 80 80 80 120
Câble souple sous gaine ordinaire en polychlorure de vinyle	3	0,5 0,75 1 1,5 2,5	0,5 1,0 1,0 1,0 1,5	80 80 80 80 120
	4	0,5 0,75 1 1,5 2,5	0,5 1,0 1,0 1,5 1,5	80 80 80 120 120
Câble souple sous gaine légère en polychlorure de vinyle	5	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,0 1,0 1,5 2,0	80 80 120 120 120
Câble souple sous gaine ordinaire en polychlorure de vinyle	6	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,5 1,5 2,0 3,5	120 120 120 120 160
	7	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,5 1,5 2,0 3,5	120 120 120 160 160
	12	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,5 2,0 3,0 4,0 7,0	120 160 160 160 200
	18	0,5 0,75 1 1,5 2,5	2,0 3,0 4,0 6,0 7,5	160 160 160 200 200
¹⁾ Diamètre mesuré à fond de gorge. ²⁾ Les câbles, comportant un nombre de conducteurs compris entre 7 et 18 non spécifié dans ce tableau, correspondent à des modèles non préférentiels. Ils peuvent être cependant essayés en utilisant la masse et le diamètre de poulie correspondant au modèle de câble de composition immédiatement supérieure ayant la même section de conducteur unitaire.				

Table 1 – Mass of weight and diameter of pulleys

Types of flexible cables	Number of cores ²⁾	Nominal cross-sectional area mm ²	Mass of weight kg	Diameter of pulleys ¹⁾ mm
Flat non-sheathed cord	2	0,5 0,75	0,5 1,0	60 60
Light polyvinyl chloride sheathed cable	2	0,5	0,5	60
		0,75	1,0	80
		1	1,0	80
		1,5	1,0	80
		2,5	1,5	120
Ordinary polyvinyl chloride sheathed cable	3	0,5	0,5	80
		0,75	1,0	80
		1	1,0	80
		1,5	1,0	80
		2,5	1,5	120
	4	0,5	0,5	80
		0,75	1,0	80
		1	1,0	80
		1,5	1,5	120
		2,5	1,5	120
Light polyvinyl chloride sheathed cable	5	0,5	1,0	80
0,75		1,0	80	
1		1,0	120	
1,5		1,5	120	
Ordinary polyvinyl chloride sheathed cable		2,5	2,0	120
Ordinary polyvinyl chloride sheathed cable	6	0,5	1,0	120
		0,75	1,5	120
		1	1,5	120
		1,5	2,0	120
		2,5	3,5	160
	7	0,5	1,0	120
		0,75	1,5	120
		1	1,5	120
		1,5	2,0	160
		2,5	3,5	160
	12	0,5	1,5	120
		0,75	2,0	160
		1	3,0	160
		1,5	4,0	160
		2,5	7,0	200
	18	0,5	2,0	160
		0,75	3,0	160
		1	4,0	160
		1,5	6,0	200
		2,5	7,5	200

¹⁾ Diameter measured at the lowest point of the groove.

²⁾ Cables with numbers of cores between 7 and 18, but not specified in this table, are non-preferred cable types. They may be tested using the mass of weight and the pulley diameter for the same conductor size at the next higher specified number of cores.

3.1.4 Charge de courant des conducteurs

Pour la charge électrique, on utilise soit une basse tension, soit une tension d'environ 230/400 V.

Au cours de l'essai de flexions, l'échantillon de câbles doit être parcouru par le courant prescrit comme suit:

- câbles à deux et trois conducteurs: tous les conducteurs sont chargés à $1 \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$;
- câbles à quatre et cinq conducteurs: trois conducteurs sont chargés à $1 \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$ ou tous les conducteurs sont chargés à $\sqrt{3/n} \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$ où n est le nombre de conducteurs.

Les câbles ayant plus de cinq conducteurs ne doivent pas être chargés. Pour les conducteurs qui ne sont pas chargés, on doit appliquer un courant de signalisation.

3.1.5 Tension entre les conducteurs

Pour les câbles à deux conducteurs, la tension entre les âmes doit être d'environ 230 V en courant alternatif. Pour tous les autres câbles à trois conducteurs ou plus, une tension alternative triphasée d'environ 400 V doit être appliquée à trois âmes, les âmes supplémentaires éventuelles étant reliées au neutre. Trois conducteurs adjacents doivent être essayés. En cas d'assemblage en deux couches, ils doivent être pris sur la couche externe. Cela s'applique également lorsqu'un système de charge basse tension est utilisé.

3.1.6 Localisation d'un défaut (construction de l'appareil pour l'essai de flexions alternées)

L'appareil pour l'essai de flexions alternées doit être construit de façon qu'il puisse détecter et s'arrêter si les cas suivants surviennent pendant l'essai de flexions alternées:

- interruption de la charge électrique;
- court-circuit entre les âmes;
- court-circuit entre l'échantillon en essai et les poulies (de l'appareil pour l'essai de flexions alternées).

3.2 Essai de pliages

Les prescriptions sont données en 5.6.3.2 de la CEI 60227-1.

Un échantillon de câble de longueur appropriée est fixé dans l'appareil comme il est représenté en figure 2, un poids ayant une masse de 0,5 kg étant suspendu à son extrémité. On fait passer un courant d'environ 0,1 A dans les âmes.

L'échantillon est incliné dans un sens, puis dans l'autre, dans une direction perpendiculaire au plan des axes des âmes, les deux positions extrêmes faisant un angle de 90° de part et d'autre de la verticale.

Une flexion est un mouvement d'une amplitude de 180°. La cadence des flexions est de 60 par minute.

Si l'échantillon ne satisfait pas à l'essai, celui-ci est recommencé sur deux échantillons supplémentaires qui doivent satisfaire tous les deux à l'essai recommencé.

3.1.4 Current loading of cores

For the current loading, either a low voltage or a voltage about 230/400 V may be used.

During the flexing test, the cable sample shall be loaded as follows:

- two and three core cables: all cores to be loaded with $1 \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$;
- four and five core cables: three cores to be loaded with $1 \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$ or all cores to be loaded with $\sqrt{3/n} \text{ A/mm}^2 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$, where n is the number of cores.

Cables having more than five cores shall not be loaded. On cores which are not loaded, a signal current shall be applied.

3.1.5 Voltage between cores

For two-core cables the voltage between the conductors shall be about 230 V a.c. For all other cables having three or more cores, a three-phase a.c. voltage of about 400 V shall be applied to three conductors, any additional conductors being connected to the neutral. Three adjacent cores shall be tested. In case of a two-layer construction, they shall be taken from the outer layer. This also applies when a low voltage current loading system is used.

3.1.6 Fault detection (construction of the flexing apparatus)

The flexing apparatus shall be constructed so that it will detect and stop if the following occurs during the flexing test:

- interruption of the current;
- short circuit between the conductors;
- short circuit between the test sample and the pulleys (flexing apparatus).

3.2 Bending test

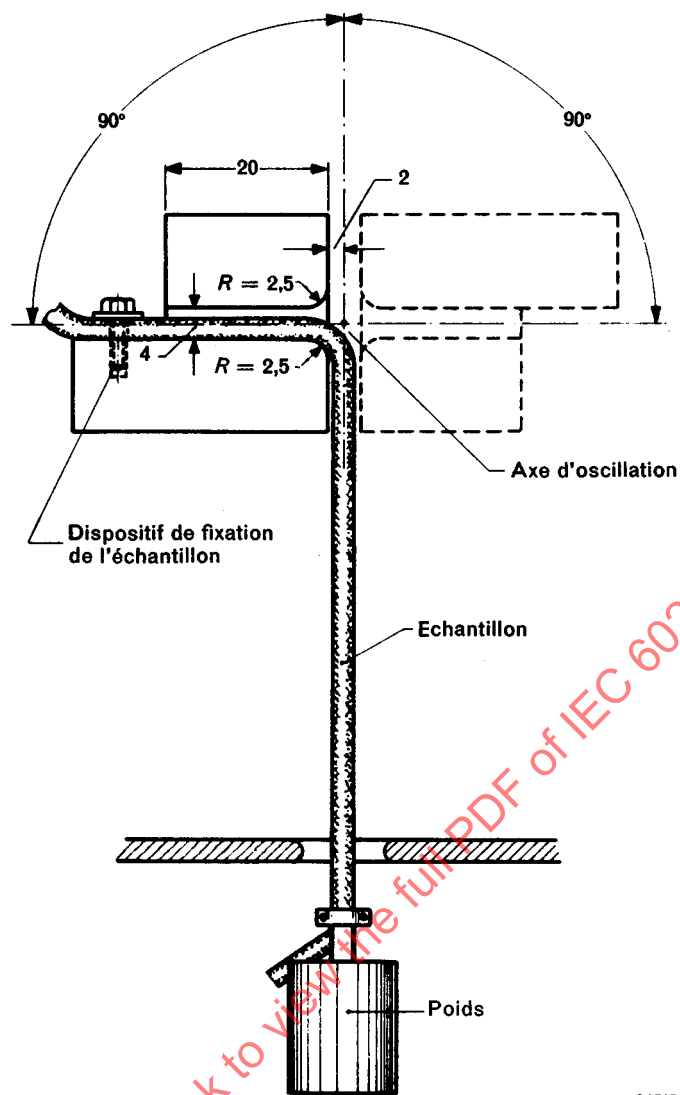
The requirements are given in 5.6.3.2 of IEC 60227-1.

A sample of cord of appropriate length shall be fixed in the apparatus as shown in figure 2, and loaded with a weight having a mass of 0,5 kg. A current of about 0,1 A shall be passed through the conductors.

The sample shall be bent backwards and forwards in a direction perpendicular to the plane of the axes of the conductors, the two extreme positions making an angle of 90° on both sides of the vertical.

A flexing is a movement through 180°. The rate of flexing is 60 per minute.

If the sample does not comply with the test, this shall be repeated with two additional samples, both of which shall then comply with the repeated test.



Dimensions en millimètres

Figure 2 – Appareil pour l'essai de pliages

3.3 Essai de secousses

Les prescriptions sont données en 5.6.3.3 de la CEI 60227-1.

Un échantillon de câble de longueur appropriée est attaché par une extrémité à un support rigide et un poids ayant une masse de 0,5 kg est suspendu à l'échantillon à 0,5 m au-dessous du point d'attache. On fait passer un courant d'environ 0,1 A dans les âmes. A cinq reprises, le poids est levé jusqu'au point d'attache, puis abandonné.

3.4 Essai de séparation des conducteurs

Les prescriptions sont données en 5.6.3.4 de la CEI 60227-1.

Cet essai s'applique aux câbles souples méplats sans gaine.

Sur un échantillon de câble de faible longueur, on amorce une déchirure de l'enveloppe isolante entre les conducteurs constitutifs. On mesure la force nécessaire pour les séparer à une vitesse de 5 mm/s au moyen d'une machine de traction.

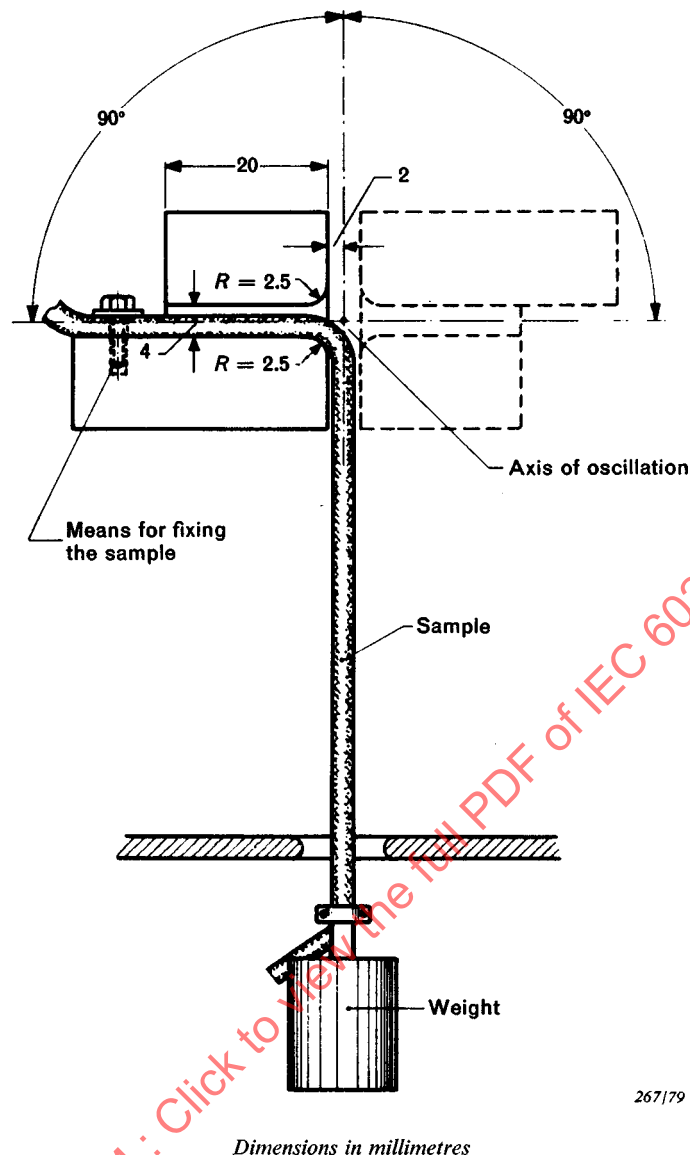


Figure 2 – Bending test apparatus

3.3 Snatch test

The requirements are given in 5.6.3.3 of IEC 60227-1.

A sample of cord of appropriate length shall be attached by one end to a rigid support and a weight having a mass of 0,5 kg shall be secured to the sample 0,5 m below the point of attachment. A current of about 0,1 A shall be passed through the conductors. The weight shall be raised to the point of attachment and then dropped, five times.

3.4 Test for separation of cores

The requirements are given in 5.6.3.4 of IEC 60227-1.

This test applies to flat non-sheathed cords.

On a short sample of cord, a cut shall be made in the insulation between the cores. The force necessary to separate them at a speed of 5 mm/s shall be measured by means of a tensile machine.

3.5 Essai statique de souplesse

Les prescriptions sont données dans les parties spécifiques de la CEI 60227.

Cet essai doit être appliqué aux câbles dont la section nominale des conducteurs est au plus égale à 2,5 mm².

Avant l'essai, le câble doit être conditionné à une température de (20 ± 5) °C pendant 24 h, en position verticale.

L'essai doit être effectué sur un échantillon d'une longueur de $(3 \pm 0,05)$ m, au moyen d'un appareil analogue à celui représenté à la figure 3. L'échantillon est fixé dans deux mâchoires, A et B, qui sont placées à une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du sol.

La mâchoire A doit être fixe, et la mâchoire B doit se déplacer horizontalement au niveau de la mâchoire A.

Les extrémités de l'échantillon doivent être serrées verticalement (de façon qu'elles restent verticales pendant l'essai) l'une dans la mâchoire A, l'autre dans la mâchoire mobile B se trouvant à une distance $l = 0,20$ m de la mâchoire A. Le câble prend approximativement la forme indiquée à la figure 3, en traits pointillés.

La mâchoire mobile B doit être éloignée de la mâchoire A fixe jusqu'à ce que la boucle ainsi formée par le câble prenne la forme indiquée à la figure 3 en trait plein, formant un U tangent aux deux génératrices verticales extérieures du câble à l'aplomb des mâchoires. Cet essai doit être effectué deux fois, le câble étant tourné de 180° dans la mâchoire après le premier essai.

La valeur moyenne des deux distances l' doit être mesurée entre deux verticales.

Si les résultats de l'essai ne sont pas satisfaisants, l'échantillon doit être préalablement conditionné par deux enroulements consécutifs sur un tambour d'un diamètre extérieur approximativement égal à 20 fois la petite dimension du câble; après un enroulement, l'échantillon doit être tourné de 180° sur lui-même. Après ce préconditionnement, l'échantillon doit être soumis à l'essai décrit ci-dessus et doit y satisfaire.

3.6 Résistance à la traction du bourrage central des câbles pour ascenseurs

Les prescriptions sont données dans les parties spécifiques de la CEI 60227.

Un échantillon de câble complet de 1 m de longueur doit être pesé.

Après avoir retiré tous les revêtements et tous les conducteurs constitutifs sur une distance d'environ 0,20 m aux deux extrémités de l'échantillon, le bourrage central, y compris l'âme porteuse, doit être soumis à une force de traction qui correspond à la masse d'une longueur de 300 m de câble.

La force doit être appliquée pendant 1 min.

On peut utiliser une masse librement suspendue ou une machine de traction capable d'exercer une force constante.