

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V – Guide to use

Câbles électriques avec une tension assignée n'excédant pas 450/750 V – Guide d'emploi

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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



IEC 62440

Edition 1.0 2008-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V – Guide to use

Câbles électriques avec une tension assignée n'excédant pas 450/750 V – Guide d'emploi

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 29.060.20

ISBN 2-8318-9570-7

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Safety.....	8
4.1 General	8
4.2 Selection and installation	8
4.3 Fixed cables	9
4.4 Flexible cables or cords	9
5 Limiting conditions	11
5.1 General	11
5.2 Voltage.....	11
5.3 Current-carrying capacity	11
5.4 Thermal effects	12
5.5 Fire characteristics	13
5.6 Mechanical stress.....	14
5.6.1 General	14
5.6.2 Tension	14
5.6.3 Bending	14
5.6.4 Compression	16
5.6.5 Twisting/torsion.....	16
5.7 Compatibility.....	17
5.8 Dynamic stresses (electromechanical stress).....	17
6 Initial and periodic verifications	17
7 Packaging, storage and handling/transportation	17
7.1 Packaging	17
7.2 Storage	18
7.2.1 Risk of moisture.....	18
7.2.2 Temperature conditions	18
7.3 Handling/transportation.....	18
Annex A (informative) Classes of external influence (environmental conditions)	19
Annex B (informative) Types of usage	21
Annex C (informative) Classes of duty	22
Bibliography	24
Figure 1 – Definition of internal bending radius	15

Table 1 – Spacing of supports for non-armoured cables in accessible positions	9
Table 2 – Examples of maximum permitted voltages against rated voltage of cable	11
Table 3 – Minimum recommended bending radii at cable temperatures of (20 ± 10) °C	16
Table A.1 – Classes of external influence (environmental conditions).....	19

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC CABLES WITH A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 450/750 V – GUIDE TO USE

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.

International Standard IEC 62440 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

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

FDIS	Report on voting
20/919/FDIS	20/929/RVD

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

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

In some countries legislation may limit the use of certain cable types, and may define additional requirements for cable installation practice.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

INTRODUCTION

This International Standard provides guidance for equipment manufacturers, installers and end-users on the properties of low-voltage electric cables, and the limitations that are deemed to be necessary in order to safeguard life, buildings and goods.

The information is given in the form of limiting values and is illustrated by examples which are not exhaustive but which indicate ways in which safety can be obtained.

Additional information on installation practice is given in the IEC 60364 series.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

ELECTRIC CABLES WITH A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 450/750 V – GUIDE TO USE

1 Scope

This International Standard provides general guidance for the safe use of electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V. It is applicable to those cables that are specified in IEC 60227 and IEC 60245.

The guidance given in this standard can also be applicable to low-voltage cables of a similar type to those specified in IEC 60227 and IEC 60245 but not specifically mentioned in those standards. In such cases, it is advisable to seek additional advice from the cable manufacturer.

NOTE Whilst this International Standard, which offers guidelines to the user, is a voluntary standard, those who choose to use it, or who claim conformance to it, must follow the advice contained therein, e.g. with regard to certain bending radii or certain clip spacings, etc. Notwithstanding this, national laws and regulations (especially those relating to selection and installation of cables via IEC 60364), will always take priority.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-461, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 461: Electric cables*

IEC 60245-6, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 6: Arc welding electrode cables*

IEC 60287(all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60364-5-52, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-461 and in the IEC 60364 series, as well as the following, apply.

3.1

internal wiring

wiring mechanically protected by being enclosed within a casing of equipment or by other equivalent means

4 Safety

4.1 General

Safety of a cable means that the product does not present an unacceptable risk of danger to life or property whilst being used in its intended manner.

The duration of acceptable performance of a particular type of cable depends upon:

- the type of use,
- installation, or
- electrical apparatus,

and on the particular combination of influences that the above might incur. For example, the duration of acceptable performance considered as reasonable for a cable used in a fixed installation for the distribution of electricity in a building is more than that for a flexible cord.

Cables shall not be buried directly in the ground, and unless otherwise stated, shall not be used for any purpose other than the transmission and distribution of electricity.

The test methods and test parameters described in the IEC standards referred to in Clause 1 are only for the purposes of checking design with respect to safety and quality assurance. They do not necessarily indicate that the cables are suitable for service under conditions equivalent to the test conditions.

4.2 Selection and installation

4.2.1 All conductors and cables shall be selected so as to be suitable for the voltages and currents likely to occur, and under all conditions which are anticipated in the equipment or installations or for the part in which they are to be used.

4.2.2 Cables shall be so constructed, installed, protected, used and maintained as to prevent danger so far as it is reasonably practicable.

4.2.3 Cables shall be selected so that they are suitable for the intended operating conditions and equipment classification. Examples of operation conditions include:

- a) voltage;
- b) current;
- c) protective measures;
- d) grouping of cables;
- e) method of installation;
- f) accessibility.

4.2.4 Cables shall be selected so that they are suitable for any external influences which might exist. Cables should not be installed under any of these conditions unless they are of a type specifically designed to withstand such conditions. Examples of external influences include:

- a) ambient temperature;
- b) presence of rain, steam or accumulation of water;
- c) presence of corrosive, chemical or polluting substances;
- d) mechanical stresses (such as through holes or sharp edges in metal work);
- e) fauna (such as rodents);
- f) flora (such as mould);

g) radiation (such as sunlight).

The colour of the cable is an important factor with regard to solar radiation. Black gives a higher degree of protection against solar radiation than a light colour.

Classes of external influence are shown in Annex A.

Annex B gives an explanation of the different types of usage (i.e. indoor/outdoor).

4.3 Fixed cables

4.3.1 Cables shall not be installed in contact with, or close to, hot surfaces, unless they are of a type intended for such conditions.

4.3.2 Cables shall be supported adequately. The recommended maximum spacing of supports is given in Table 1. In deciding the actual spacing, the mass of the cable between the supports shall be taken into account so that the limiting value of tension (see 5.6.2) is not exceeded. The cable shall not be damaged by any mechanical restraint used for its support.

In the case of single-core cables, the spacing also depends on the dynamic forces due to a short-circuit current; the manufacturer's recommendations shall be observed (see 5.8).

Cables which have been in use can be damaged if they are disturbed. This can arise from the effect of natural ageing on the physical properties of the materials used for cable insulation and sheathing which can ultimately result in hardening of these materials.

Table 1 – Spacing of supports for non-armoured cables in accessible positions

Overall diameter (D) of cable ^a mm	Maximum spacing of supports ^b mm			
	General		In caravans	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
$D \leq 9$	250	400	150	150
$9 < D \leq 15$	300	400	150	150
$15 < D \leq 20$	350	450	150	150
$20 < D \leq 40^c$	400	550	–	–

^a For flat cables this is taken as the measurement of the major axis.

^b The spacings stated for horizontal runs may also be applied to runs at an angle of more than 30° from the vertical. For runs at an angle of 30° or less than the vertical, the vertical spacings are applicable.

^c For the spacing of supports for cables of overall diameter exceeding 40 mm, and for single core cables having conductors of cross-sectional area 300 mm² and larger, the manufacturer's recommendations shall be observed.

4.4 Flexible cables or cords

4.4.1 Flexible cables or cords shall be used for connections to all mobile equipment. The length of such cables should not be so great as to prevent the short-circuit protective device from operating correctly (see 5.3). Such cables should also be of a minimum practical length to reduce the risk of mechanical damage.

4.4.2 Flexible cables and cords shall be selected and used with due reference to the appropriate class of duty.

Annex C gives information on classes of duty.

4.4.3 Where thermoplastic flexible cables and cords are acceptable, consideration shall be given to the use of extensible leads as a means of limiting the length of the connection.

4.4.4 Multicore control cables, if installed so that they are continually flexed, shall be protected in a manner which minimizes the possibility of abrasion, cutting and sharp bends.

4.4.5 Flexible cables and cords shall not be used as fixed wiring unless they are contained in an enclosure affording mechanical protection, with the following two exceptions:

- a) final connection to fixed equipment when the duty type of the cable is at least ordinary duty or higher;
- b) fixed installations in temporary buildings when the duty type of the cable is heavy duty.

4.4.6 Exposed lengths of flexible cable or flexible cord used as final connections to fixed equipment shall be as short as practicably possible and shall be directly connected to the fixed wiring in a manner that is appropriate to the equipment and the method of termination.

4.4.7 Flexible cables or cords shall not be subject to excessive tension (see 5.6.2), crushing, abrasion, torsion and kinking, particularly at the inlet of the appliance and at the point of connection to the fixed wiring. They shall not be damaged by any strain relief or clamping device.

4.4.8 Flexible cables or cords shall not be placed under carpets or other floor coverings, where there is:

- a) any risk of thermal insulating effects, leading to excessive temperature rise (see 5.4,1 point a));
- b) any risk of damage due to furniture or equipment resting on them or traffic passing over them.

4.4.9 Flexible cables or cords shall be prevented from being in contact with or close to hot surfaces, unless they are of a type intended for such conditions. Because of the relative low melting temperature of thermoplastic insulated and/or sheathed cables or cords, very careful consideration of the temperatures involved shall be made before using this type of cable. PVC-covered cables shall not be used for welding (this includes both industrial arc welding and hobby welding). Only the cross-linked rubber cables specified in IEC 60245-6 shall be used for such purposes, as they are designed to resist the hot particles that are commonly generated during welding.

4.4.10 When flexible cables or cords are required for use outdoors, whether for intermittent, temporary or permanent usage, they shall only be used when the ambient temperature is in the range of 5 °C to 40 °C. If a cable is required to work outside of this temperature range, the cable manufacturer shall be consulted for guidance. Flexible thermoplastic cables or cords are unsuitable for permanent use outdoors and shall not be used for temporary or intermittent outdoor use, unless the ambient temperature is above 5 °C.

4.4.11 Non-sheathed cords shall not be used for connection to any Class II appliance (as defined in IEC 60335-1), for any extension cord or for the replacement of any sheathed cable type.

4.4.12 Flexible cables shall not be used in deep mining operations, in quarrying, or on moveable equipment such as cranes with spring-loaded reeling devices.

4.4.13 Flexible thermoplastic cables and cords are not necessarily suitable for the manufacture of extensible leads.

5 Limiting conditions

5.1 General

The influence of all factors as outlined in 5.2 to 5.8 shall be considered in combination, not separately.

5.2 Voltage

The rated voltage of a cable is the reference voltage for which the cable is designed.

The rated voltage in an alternating current system, is expressed by the combination of two values U_0/U , expressed in volts, where:

- a) U_0 is the r.m.s. value between any insulated conductor and "earth" (metal covering of the cable or the surrounding medium);
- b) U is the r.m.s. value between any two phase conductors of a multicore cable or of a system of single core cables.

In an alternating current system, the rated voltage of a cable or cord shall be at least equal to the nominal voltage of the system for which it is intended. This condition applies to the values of both U_0 and U .

In a direct current system, the maximum permanent operating voltage of the system is stated in Table 2.

Table 2 – Examples of maximum permitted voltages against rated voltage of cable

Rated voltage of cable U_0/U V	Maximum permanent permitted operating voltage of the system			
	a.c.	3-phase a.c.	d.c.	
	Conductor-earth U_0 max (V)	Conductor-conductor U max (V)	Conductor-earth V	Conductor-conductor V
300/300	320	320 ^a	410	410
300/500	320	550	410	820
450/750	480	825	620	1 240

^a Single phase power system only.

5.3 Current-carrying capacity

5.3.1 The cross-sectional area of every conductor shall be such that its current-carrying capacity is not less than the maximum sustained current which will normally flow through it.

5.3.2 The limiting temperature to which the current-carrying capacity is related shall not exceed that appropriate to the type of cable insulation or sheath concerned.

5.3.3 The current-carrying capacities for flexible cables, cords and fixed wiring shall be in accordance with IEC 60364-5-52 or, where not available, reference shall be made to the cable manufacturer.

The values given in IEC 60364-5-52 for the particular cable type and size have been determined such that the limiting temperatures of the cable are not exceeded, under the

particular installation conditions given, when the cables are continuously loaded (100 % load factor) with current having an alternating frequency of 50 Hz or 60 Hz.

If current ratings for a particular cable type are not included in IEC 60364-5-52, ratings can be derived from IEC 60287 or reference made to the cable manufacturer.

For arc welding cables, the current-carrying capacities and the associated voltage drop figures shall be obtained from the cable manufacturer.

5.3.4 In the case of soft soldered joints or terminations, the temperature for the conductor under short-circuit conditions shall be not more than 160 °C.

5.3.5 Tinned copper conductors shall not be used at temperatures above 200 °C, even under fault conditions, because of the risk of mutual adhesion.

5.3.6 The method of installation used for the cable affects its current-carrying capacity and due account shall be taken of this. Correction factors for quoted current-carrying capacities are sometimes available for particular conditions such as:

- a) ambient temperature;
- b) cable grouping;
- c) type of overcurrent protection;
- d) presence of thermal insulation;
- e) reeled/drummed cables;
- f) frequency of supply (if different from 50 Hz or 60 Hz, etc.);
- g) effect of harmonics.

5.3.7 The selection of the cross-sectional area of any conductor shall not be based on current-carrying capacity alone. Account shall also be taken of:

- 1) electric shock;
- 2) thermal effects;
- 3) overload and short-circuit current;
- 4) voltage drop;
- 5) mechanical strength;

taking particular account of influences such as:

- limiting temperatures for terminals of equipment, busbars or bare conductors;
- limiting short-circuit temperatures;
- the carrying of current by the neutral conductor, e.g. as resulting from the presence of significant harmonic current in a three-phase circuit;
- electromagnetic effects;
- reduction of heat dissipation;
- size of the circuit protective conductor under fault conditions;
- solar or infra-red radiation.

This list is not exhaustive. Other influences might arise for particular installations.

5.4 Thermal effects

5.4.1 The maximum continuous operating temperature limits of the individual types of cables are given in IEC 60227 and IEC 60245. The values given shall not be exceeded by any

combination of the heating effect of current in the conductors and the ambient conditions. Particular account shall be taken of the following.

- a) Cables in free air shall be installed so that the natural air convection is not impeded. When cables are covered or embedded in thermal insulation, or when the heat dissipation is impeded by other means, it is essential that the current-carrying capacity is reduced by an appropriate factor. This factor can be as low as 0,5.
- b) The temperature of cable sheaths can be significantly higher than the ambient temperatures where the cables are subjected to radiation, e.g. solar or infra-red. Where these situations cannot be avoided, their effect shall be taken into account in assessing the current-carrying capacity or the temperature of the cable relative to the limiting temperature and its service life.
- c) Account shall be taken of the temperatures occurring within equipment, appliances, luminaires and at their terminals, in selecting the types of cables to be used in them and connected thereto.
- d) Exposure of thermoplastic-insulated cables to temperatures greater than those given in IEC 60364-5-52, even for short periods, can cause the insulation to soften. Account shall be taken of this effect, particularly when mechanical stress is also an influence.

The minimum ambient temperature for all cable types is 5 °C, and if a cable is required to work below this temperature, the cable manufacturer shall be consulted for guidance. All insulation and sheath materials used for cables become progressively stiffer as their temperature is lowered below the normal ambient temperature to the point where they become brittle.

5.4.2 Cables shall be selected, located and installed such that their intended heat dissipation is not inhibited and they do not present a fire hazard to adjacent materials.

5.4.3 Where the surface of the cable is liable to exceed 50 °C, the cable shall be located or guarded in such a way as to prevent contact with persons or animals.

Cable surface temperatures above this temperature can cause involuntary reaction in the event of contact with exposed skin.

5.4.4 Account shall be taken of the effect of heat generated by the passage of current through the conductor on the material of which it is made and on the material used in making joints or terminations.

5.5 Fire characteristics

5.5.1 Cables can provide a source of fuel and means of propagating a fire, and the insulation and sheath materials of burning cables can give rise to smoke and to toxic and corrosive fumes. Where this could constitute a hazard, and particularly where it is necessary to ensure safe evacuation of the premises, e.g. in public buildings, offices, hotels, hospitals, etc., the guidance of the cable manufacturer shall be obtained to select cables to minimize the hazard.

The use of a fire safety engineering approach shall also be considered.

National legislation may exist which specifies the detailed requirements that have to be met.

5.5.2 Guidance shall be sought in selecting cables required to maintain the integrity of electrical circuits when this is necessary for the safety of life and property in the case of fire.

5.5.3 When a cable is to be used in the presence of explosive or flammable atmospheres, guidance shall be sought in selecting suitable cables.

Guidance is available from cable manufacturers; see also IEC 60079.

5.6 Mechanical stress

5.6.1 General

In assessing the potential risk of mechanical damage to cables, account shall be taken of any mechanical strains likely to be imposed during the normal process of installation of cables.

5.6.2 Tension

The tension applied to a cable shall not exceed the following values of tensile stress per conductor, subject to a total maximum tensile force of 1 000 N, unless otherwise agreed by the cable manufacturer:

- a) 50 N/mm² for non-flexible cables during installation;
- b) 15 N/mm² for flexible cables under static tensile stress, and for non-flexible cables in service in fixed circuits.

NOTE A mass of 1 kg is approximately equal to 10 N.

In circumstances where a stress exceeding these values would result, a separate stress-bearing member or device shall be used. The method of attaching such a member or device to the cable shall be such that the cable is not damaged.

In circumstances where flexible cables are under dynamic stress (including those due to inertia, e.g. reeling drums) the permissible tensions or fatigue life shall be agreed between the design engineer and the cable manufacturer.

Where cables are installed vertically, without intermediate support, and are inaccessible and unlikely to be moved or disturbed, they shall be supported at the top of the run such that the internal radius of the resultant bend is not less than the appropriate minimum bending radius for normal use according to Table 3. The unsupported vertical length shall not exceed 5 m.

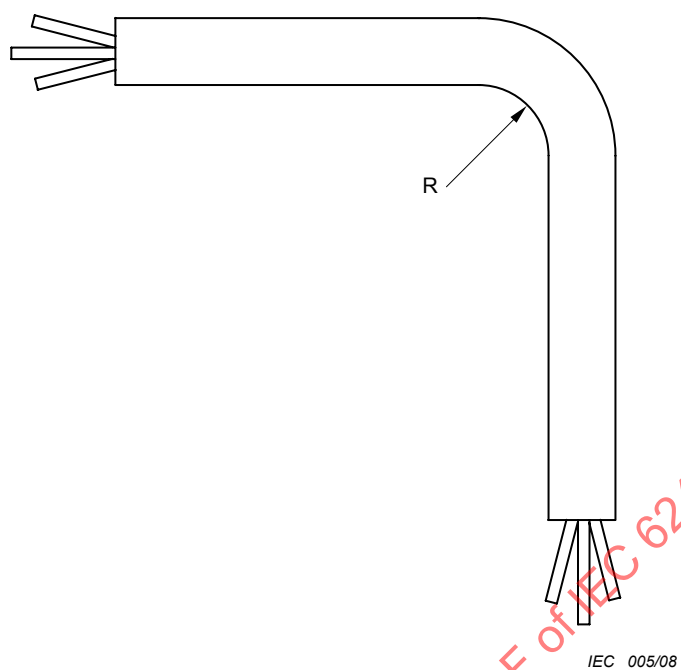
5.6.3 Bending

The internal bending radii (R) (as shown in Figure 1) for different types of cable shall, under normal circumstances, be not less than those given in Table 3.

Care shall be taken when stripping the insulation to ensure that no damage occurs to the conductor, since this will severely affect the bending radii.

The bending radii (R) recommended are for ambient temperatures of $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$. For temperatures outside these limits, the cable manufacturer's recommendations shall be followed.

For flexible cables and cords, particularly at terminations and at the point of entry of moveable appliances, it can be necessary to use a device which ensures that the cable is not bent to an internal bend radius less than that recommended in Table 3. It is necessary to prevent the cable being flexed significantly too close to any internal and/or external anchorage point. If a cord guard or other device is used, it shall not prevent internal movement of the cores of the cable within the device.

**Key**

R internal bending radius

Figure 1 – Definition of internal bending radius

Table 3 – Minimum recommended bending radii at cable temperatures of $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$

Cable type	Minimum bending radius			
	Cable diameter	Cable diameter	Cable diameter	Cable diameter
	mm ≤ 8	mm $>8 \leq 12$	mm $>12 \leq 20$	mm > 20
Cable for fixed installations:				
Normal use	4 D	5 D	6 D	6 D
Careful bending at termination	2 D	3 D	4 D	4 D
Flexible cables (thermoplastic, e.g. PVC):				
Fixed installation	3 D	3 D	4 D	4 D
Free movement	5 D	5 D	6 D	6 D
At inlet of portable appliance or mobile equipment ^a	5 D	5 D	6 D	6 D
Under mechanical load ^b	9 D	9 D	9 D	10 D
Festooned ^c	10 D	10 D	11 D	12 D
Repeated reeling ^b	7 D	7 D	8 D	8 D
Deflected by pulleys ^b	10 D	10 D	10 D	10 D
Flexible cables (thermosetting, e.g. rubber):				
Fixed installation	3 D	3 D	4 D	4 D
Free movement	4 D	4 D	5 D	6 D
At inlet of portable appliance or mobile equipment ^a	4 D	4 D	5 D	6 D
Under mechanical load ^b	6 D	6 D	6 D	8 D
Festooned ^c	6 D	6 D	6 D	8 D
Repeated reeling ^b	6 D	6 D	6 D	8 D
Deflected by pulleys ^b	6 D	8 D	8 D	8 D
D = the overall diameter of round cables or the smaller dimension of flat cables.				
^a No mechanical load on the cable.				
^b See 5.6.2 with regard to dynamic stress.				
^c As in gantry cranes.				

5.6.4 Compression

A cable shall not be compressed to such an extent as to cause damage.

None of the cables in IEC 60227 and IEC 60245 are intended to be compressed.

5.6.5 Twisting/torsion

Flexible cables are generally not designed to be twisted about the longitudinal axis. In installations where it is not possible to avoid such twisting, the design of the flexible cable and the installation arrangements shall be agreed between the designers of the installation and the manufacturers of the cable.

For design purposes the following recommendations shall apply:

- a) Where the normal mode of operation requires infrequent rotation through an arc of up to 360° in either direction, the distance between the clamping supports of the cable shall be not less than 50 times the largest cable diameter in the cable run.
- b) Where the normal mode of operation requires frequent rotation through an arc of up to 360° in either direction, the distance between the clamping supports of the cable shall be not less than 100 times the largest cable diameter in the cable run.

Where cables designed specially for these purposes are used, the above ratios may be reduced to 25 times and 50 times, respectively.

5.7 Compatibility

5.7.1 The possibility of interference, either mechanical or electrical, between adjacent circuits shall be avoided.

5.7.2 Account shall be taken of the effect of heat given out by cables, and the chemical/physical effect of materials used in their construction, on materials adjacent to which they are installed, e.g. construction materials, decorative materials, cable enclosures and supports.

5.7.3 The interaction of adjacent materials with the materials used in the construction of cables shall be taken into account, e.g. the absorption of plasticizer from PVC cables by some materials used for thermal insulation, wiring accessories and appliances.

5.8 Dynamic stresses (electromechanical stress)

Account shall be taken of the possibility of damage to cables and their supports due to the disruptive effects of the electromechanical forces caused by any current which the cables might have to carry in service, including short-circuit currents.

6 Initial and periodic verifications

Cables liable to be touched shall be inspected along their route and, if necessary, checked by measurements at the end of the installation and periodically during operation.

Cables for fixed installations, or for fixed or transportable equipment, shall be inspected periodically, and every time there is a possibility that the cable has been damaged by internal (overvoltage, overcurrents) or external stresses. If the cable shows a visible change of external appearance it shall either be repaired, through suitable devices and by skilled persons, or replaced.

Cables for portable or hand-held equipment shall be inspected periodically. If the cable shows any sign of wear, damage or visible change of external appearance, it shall be replaced.

7 Packaging, storage and handling/transportation

7.1 Packaging

Cables are normally delivered to the user either on drums, reels, in coils or as cut lengths in non-tangle packaged units. They are normally labelled to identify the cable type, size and voltage.

7.2 Storage

7.2.1 Risk of moisture

Cables not intended for use outdoors shall be stored indoors in dry locations. Some types of cords are particularly susceptible to damage due to moisture. Only cables having their ends sealed, so as to prevent the penetration of moisture, and which are suitably packed, may be stored outdoors. If there is any doubt as to the suitability of cables for storage out of doors, the cable manufacturer shall be consulted.

7.2.2 Temperature conditions

During storage, the cable temperature shall not exceed the recommended maximum storage temperature of 40 °C, or be lower than the recommended minimum installation temperature of 5 °C. A cable manufacturer may state a higher maximum storage temperature and a lower minimum installation temperature for particular cable types.

7.3 Handling/transportation

During handling or transportation, care shall be taken to minimize any mechanical stress, in particular vibration, impact, shock, bending and torsion. If the cable temperature falls below the minimum installation temperature, or if it exceeds the maximum storage temperature given in 7.2.2, then additional precautions shall be taken as the likelihood of damage to the cable is increased. Additional advice can be obtained from the cable manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

Annex A (informative)

Classes of external influence (environmental conditions)

A coding system for cables classifying external influences according to degree of risk is given in Table A.1 (extract from IEC 60364-5-51:2005, Table 51A).

NOTE IPX refers to IEC 60529.

Table A.1 – Classes of external influence (environmental conditions)

Environmental condition	Code	Classification	Characteristics
Water	AD1	Negligible	Probability of presence of water is negligible. Location in which the walls do not generally show traces of water but may do so for short periods, for example in the form of vapour which good ventilation dries rapidly
	AD2	Free falling drops	Probability of vertically falling drops. Location in which water vapour occasionally condenses as drops or where steam may occasionally be present. IPX1 or IPX2
	AD6	Waves	Possibility of water waves. Seashore locations such as piers, beaches, quays, etc. IPX6
	AD7	Immersion	Possibility of intermittent, partial or total covering of water. Locations which may be flooded and/or where the equipment is immersed as follows: – Equipment with a height of less than 850 mm is located in such a way that its lowest point is not more than 1 000 mm below the surface of the water – Equipment with a height equal to or greater than 850 mm is located in such a way that its highest point is not more than 150 mm below the surface of the water. IPX7
	AD8	Submersion	Possibility of permanent and total covering by water. Locations such as swimming pools where electrical equipment is permanently and totally covered with water under a pressure greater than 10 kPa. IPX8
Corrosive or polluting substances	AF3	Intermittent or accidental	Intermittent or accidental subjection to corrosive or polluting substances being used or produced. Locations where some chemicals products are handled in small quantities and where these products may come only accidentally into contact with electrical equipment; such conditions are found in factory laboratories, other laboratories or in locations where hydrocarbons are used (boiler rooms, garages, etc.) Protection against corrosion according to equipment specification

Table A.1 (*continued*)

Environmental condition	Code	Classification	Characteristics
Impact	AG2	Medium severity	Standard industrial equipment, where applicable, or reinforced protection
Vibrations	AH3	High severity	Industrial installations subject to severe conditions. Specially designed equipment or special arrangements
Flora	AK2	Hazard	Harmful hazard of flora and/or mould growth. The hazard depends on local conditions and the nature of flora. Distinction should be made between harmful growth of vegetation or conditions for promotion of mould growth. Special protection, such as – increased degree of protection (see AE) – special materials or protective coatings of enclosures – arrangements to exclude flora from locations
Fauna	AL2	Hazard	Harmful hazard from fauna (insects, birds, small animals). The hazard depends on the nature of the fauna. Distinction should be made between: – presence of insects in harmful quantity or of an aggressive nature; – presence of small animals or birds in harmful quantity or of an aggressive nature. Protection may include: – an appropriate degree of protection against penetration of foreign solid bodies (see AE); – sufficient mechanical resistance (see AG); – precautions to exclude fauna from the location (such as cleanliness, use of pesticides); – special equipment or protective coating of enclosures
Solar radiation	AN2	Medium	$500 \text{ W/m}^2 < \text{intensity} \leq 700 \text{ W/m}^2$ Appropriate arrangements shall be made. This means that special arrangements need to be made, for example, between the designer of the installation and the equipment manufacturer, e.g. for specially designed equipment
Solar radiation	AN3	High	$700 \text{ W/m}^2 < \text{intensity} \leq 1\,200 \text{ W/m}^2$ Appropriate arrangements shall be made. This means that special arrangements need to be made, for example, between the designer of the installation and the equipment manufacturer, e.g. for specially designed equipment. Such arrangements could be: – material resistant to ultra-violet radiation, – special colour coating, – interposition of screens

Annex B (informative)

Types of usage

B.1 Indoor use

The cable is installed or connected to an apparatus and is permanently located inside the building within “the intended environment”. The building may be used for residential, commercial or industrial purposes.

B.2 Temporary outdoor use

The cable can be used outdoors in “the intended environment” for short periods.

Examples can include the connection of small domestic appliances such as electric drills or lawnmowers, etc.

B.3 Permanent outdoor use

The cable is designed to resist the various stresses (including weather) which can be met outdoors in “the intended environment”.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

Annex C (informative)

Classes of duty

C.1 General

When flexible cables and cords are attached to appliances or to industrial equipment, they are subjected to a combination of external influences that depend upon the nature of the appliance or equipment and the environment within which it operates. The relevant standard for the appliance or equipment refers therefore to a “duty” level applicable to the cable. These duty levels range from “extra light” for the least demanding applications through to “heavy” for the toughest.

There are four basic categories of duty (see Clauses C.2 to C.5) and a special one for heavy-duty, multi-core cables (Clause C.6). The categories are largely based on mechanical influences.

C.2 Extra light duty

Extra light duty cables or cords are used where the risk of mechanical damage and mechanical stresses is negligible, i.e. under external influences to be expected in the normal use of small light-weight appliances, employed in domestic premises and offices, where a cord with greater mechanical protection would restrict the movement of the appliance, or otherwise result in serious constraint of its intended use.

Examples of appliances that need extra light duty cables include electric shavers, electric clocks, etc.

C.3 Light duty

Light duty cables or cords are used where the risk of mechanical damage and mechanical stresses is low, i.e. under external influences to be expected in the normal use of light, hand-held appliances and light portable equipment in domestic premises, offices and shops.

Examples of appliances that need light duty cables include domestic hair dryers and hair styling appliances, radio sets, table and standard lamps and small desktop office machines.

C.4 Ordinary duty

Ordinary duty cables or cords are used in situations where they are likely to be subjected to low mechanical stresses and where the risk of mechanical damage is low, i.e. under external influences to be expected in the normal use of small to medium size appliances in domestic, commercial and light industrial premises.

Examples of appliances that need ordinary duty cables include toasters, small cooking appliances, vacuum cleaners, spin dryers, washing machines, sewing machines and refrigerators.

C.5 Heavy duty

Heavy duty cables are used where the risk of mechanical damage and mechanical stresses is of medium severity, i.e. under external influences to be expected in the normal use of appliances in average industrial and agricultural workshops and in temporary use on building sites.

Examples of appliances that need heavy duty cables include inspection lamps, heating plates, large boiling installations, medium size transportable motors or machines on building sites or used in agricultural work, lifting equipment and fixed installation in temporary buildings.

C.6 Heavy duty (multicore cables only)

Heavy duty multicore cables are used in the same situations as normal heavy duty cables (Clause C.5), but primarily for the interconnection of parts of machines used for manufacturing purposes, including machine tools and mechanical handling equipment. They can be used inside or outside buildings where the ambient temperatures remain within the range -25°C to $+50^{\circ}\text{C}$, and the stabilized conductor temperatures do not exceed 60°C .

Examples of situations where heavy duty multicore cables are needed include the connection of a control unit to a machine such as a crane or hoist, or the interconnection of a control console with a manufacturing machine where the length of cable is not normally greater than 10 m. Longer lengths are acceptable where cables are used in fixed interconnections.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60440:2008

Bibliography

IEC 60079 (all parts), *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres*

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60529:2001, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Sécurité	32
4.1 Généralités	32
4.2 Choix et installation	32
4.3 Câbles d'installations fixes	33
4.4 Câbles ou cordons souples	33
5 Limitations	35
5.1 Généralités	35
5.2 Tension	35
5.3 Courant admissible	35
5.4 Effets thermiques	37
5.5 Caractéristiques au feu	37
5.6 Contraintes mécaniques	38
5.6.1 Généralités	38
5.6.2 Traction	38
5.6.3 Rayon de courbure	39
5.6.4 Compression	40
5.6.5 Torsion	40
5.7 Compatibilité	41
5.8 Contraintes dynamiques (contrainte électromécanique)	41
6 Vérifications initiales et périodiques	41
7 Emballage, stockage et manutention/transport	41
7.1 Emballage	41
7.2 Stockage	42
7.2.1 Risques d'humidité	42
7.2.2 Température	42
7.3 Manutention/transport	42
Annexe A (informative) Classes d'influences externes (conditions d'environnement)	43
Annexe B (informative) Types d'utilisation	45
Annexe C (informative) Classes de service	46
Bibliographie	48
Figure 1 – Définition du rayon de courbure interne	39

Tableau 1 – Espacement des supports pour les câbles non armés accessibles.....	33
Tableau 2 – Exemples de la tension maximale autorisée par rapport à la tension assignée du câble.....	35
Tableau 3 – Rayon de courbure minimal recommandé pour une température du câble de (20 ± 10) °C	40
Tableau A.1 – Classes d'influences externes (conditions d'environnement)	43

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ÉLECTRIQUES AVEC UNE TENSION ASSIGNÉE N'EXCÉDANT PAS 450/750 V – GUIDE D'EMPLOI

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62440 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/919/FDIS	20/929/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Dans certains pays, la législation peut limiter l'utilisation de certains types de câbles et définir des exigences additionnelles lors de l'installation des câbles.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

INTRODUCTION

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices aux constructeurs d'équipements, aux installateurs et aux utilisateurs finaux en ce qui concerne les propriétés des câbles électriques basse tension, et indique les limites d'emploi estimées nécessaires pour assurer la sauvegarde des personnes, des immeubles et des biens.

Les informations sont données sous la forme de valeurs limites et sont illustrées par des exemples qui ne sont pas exhaustifs mais indiquent les moyens par lesquels la sécurité peut être obtenue.

Des informations supplémentaires sur le mode d'installation sont données dans la série de la CEI 60364.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62440:2008

CÂBLES ÉLECTRIQUES AVEC UNE TENSION ASSIGNÉE N'EXCÉDANT PAS 450/750 V – GUIDE D'EMPLOI

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices pour l'emploi sûr des câbles électriques avec une tension assignée n'excédant pas 450/750 V. Il est applicable aux câbles spécifiés dans la CEI 60227 et la CEI 60245.

Les lignes directrices données dans la présente norme peuvent également s'appliquer aux câbles basse tension d'un type similaire à ceux spécifiés dans la CEI 60227 et la CEI 60245, mais dont il n'est pas fait spécifiquement mention dans ces normes. Dans de tels cas, il est souhaitable de demander un conseil supplémentaire au fabricant de câbles.

NOTE Alors que cette Norme Internationale, qui offre des lignes directrices à l'utilisateur, est une norme facultative, il faut que ceux qui choisissent de l'utiliser, ou qui affirment être en conformité avec elle, suivent les recommandations qu'elle contient, par exemple en ce qui concerne certains rayons de courbure ou certains espacements des supports de câbles, etc. Néanmoins, les lois et réglementations nationales (spécialement celles se rapportant au choix et à l'installation des câbles avec la CEI 60364) prendront toujours la priorité.

2 Références normatives

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

CEI 60050-461, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 461: Câbles électriques*

CEI 60245-6, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 6: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc*

CEI 60287 (toutes les parties), *Câbles électriques – Calcul du courant admissible*

CEI 60335-1, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

CEI 60364-5-52, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-52: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Canalisations*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-461 et dans la série de la CEI 60364, ainsi que celles qui suivent, s'appliquent.

3.1

câblage interne

filerie protégée mécaniquement en étant enfermée dans un revêtement de l'équipement ou par tout autre moyen équivalent

4 Sécurité

4.1 Généralités

La sécurité d'un câble signifie que le produit ne présente pas de risque inacceptable pour les personnes et les biens, lorsqu'il est utilisé de la façon prévue.

La durée de service acceptable d'un type de câble particulier dépend:

- du type de l'utilisation,
- de l'installation, ou
- de l'appareillage électrique,

et de la combinaison particulière des influences ci-dessus qui peuvent être rencontrées. Par exemple, la durée de service considérée comme raisonnable pour un câble utilisé en installation fixe pour la distribution de l'électricité dans un immeuble est supérieure à celle d'un cordon souple.

Les câbles ne doivent pas être enterrés directement dans le sol, ni utilisés dans d'autres buts que ceux du transport et de la distribution de l'électricité, sauf spécification contraire.

Les méthodes d'essai et les paramètres d'essai décrits dans les normes CEI dont il est fait référence à l'Article 1 ont pour seul but la vérification de la construction pour ce qui concerne la sécurité et l'assurance de la qualité. Ils n'indiquent pas nécessairement que les câbles sont aptes à fonctionner dans des conditions équivalentes aux conditions d'essai.

4.2 Choix et installation

4.2.1 Tous les conducteurs et câbles doivent être sélectionnés pour être appropriés aux tensions et courants pouvant apparaître dans toutes les conditions prévues dans le matériel ou l'installation ou pour la partie de celle-ci, dans lesquels ils sont utilisés.

4.2.2 Les câbles doivent être construits, installés, protégés, utilisés et entretenus de façon à prévenir tout danger autant que cela soit raisonnablement réalisable.

4.2.3 Les câbles doivent être choisis de sorte à ce qu'ils soient adaptés aux conditions de fonctionnement et à la classification de l'équipement prévues. Des exemples de conditions de fonctionnement comprennent:

- a) tension;
- b) courant;
- c) mesures de protection;
- d) groupement de câbles;
- e) mode de pose;
- f) accessibilité.

4.2.4 Les câbles doivent être choisis de sorte à ce qu'ils soient adaptés aux influences externes prévisibles. Il convient de ne pas installer les câbles dans l'une quelconque de ces conditions, à moins que ceux-ci ne soient spécifiquement construits pour supporter de telles conditions. Des exemples d'influences externes sont les suivants:

- a) température ambiante ;
- b) présence de pluie, de vapeur ou d'accumulation d'eau;
- c) présence de substances corrosives, chimiques ou polluantes;
- d) contraintes mécaniques (telles que trous de passage ou arêtes vives dans un châssis métallique);

- e) faune (telle que rongeurs);
- f) flore (telle que moisissure);
- g) rayonnement (tel que lumière solaire).

La couleur du câble est un facteur important en ce qui concerne le rayonnement solaire. La couleur noire donne un degré de protection plus élevé contre le rayonnement solaire qu'une couleur claire.

Les classes d'influence externe sont présentées en Annexe A.

L'Annexe B donne une explication des différents types d'utilisation (c'est-à-dire intérieur/extérieur).

4.3 Câbles d'installations fixes

4.3.1 Les câbles ne doivent pas être installés en contact ou près des surfaces chaudes, à moins que ceux-ci ne soient d'un type prévu pour fonctionner dans de telles conditions.

4.3.2 Les câbles doivent être supportés de façon appropriée. L'espacement maximal recommandé entre supports est indiqué au Tableau 1. Lors du choix de l'espacement réel, la masse du câble entre les supports doit être prise en compte de façon à ce que la valeur limite de la traction (voir 5.6.2) ne soit pas dépassée. Le câble ne doit pas être endommagé par tout serrage mécanique utilisé pour le fixer.

Dans le cas de câbles monoconducteurs, l'espacement dépend également des forces dynamiques dues au courant de court-circuit; les recommandations du fabricant doivent être respectées (voir 5.8).

Les câbles qui ont été en service peuvent être endommagés lorsqu'ils sont déplacés. Cela peut provenir de l'effet du vieillissement naturel sur les propriétés physiques des matériaux utilisés pour le gainage et l'isolation du câble aboutissant, à terme, à un durcissement de ces matériaux.

Tableau 1 – Espacement des supports pour les câbles non armés accessibles

Diamètre extérieur (D) du câble ^a	Espacement maximal des supports ^b			
	mm			
	Général		En caravanes	
mm	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
$D \leq 9$	250	400	250	400
$9 < D \leq 15$	300	400	250	400
$15 < D \leq 20$	350	450	250	400
$20 < D \leq 40^c$	400	550	-	-

^a Pour les câbles méplats, il s'agit de la mesure de l'axe majeur.

^b Les espacements fixés pour les chemins de câbles horizontaux peuvent également être appliqués à des parcours faisant un angle supérieur à 30° par rapport à la verticale. Pour les parcours faisant un angle inférieur ou égal à 30°, les valeurs pour les espacements verticaux sont applicables.

^c Pour l'espacement des supports de câbles de diamètre extérieur dépassant 40 mm, et pour les câbles monoconducteurs dont la section de l'âme est de 300 mm² et plus, les recommandations du fabricant doivent être respectées.

4.4 Câbles ou cordons souples

4.4.1 Des câbles ou cordons souples doivent être utilisés pour les connexions avec tout matériel mobile. Il convient que la longueur de ces câbles n'empêche pas le dispositif de protection contre les courts-circuits de fonctionner correctement (voir 5.3). Il convient que ces

câbles soient de la longueur adaptée (ni trop longue, ni trop courte), pour réduire le risque de dommage mécanique.

4.4.2 Des câbles ou cordons souples correspondant à la classe de service appropriée doivent être utilisés.

L'Annexe C donne des informations sur les classes de service.

4.4.3 Lorsque les câbles et cordons souples à gaine thermoplastique peuvent être utilisés, la possibilité d'utilisation de cordons extensibles comme moyen de réduire la longueur libre de la connexion doit être considérée.

4.4.4 Les câbles de commande multiconducteurs doivent être protégés pour réduire la possibilité d'abrasion, de coupure et de courbures prononcées, s'ils sont installés de façon à être continuellement pliés.

4.4.5 Les câbles et cordons souples ne doivent pas être utilisés comme canalisation fixe à moins d'être maintenus convenablement ou contenus dans une enveloppe assurant une protection mécanique, avec les deux exceptions suivantes:

- a) connexion finale à des matériels fixes lorsque le type de service du câble est au moins normal ou plus élevé;
- b) installations fixes dans des constructions provisoires lorsque le type de service du câble est intensif.

4.4.6 Les longueurs exposées de câble ou de cordon souple utilisées comme connexions à un matériel fixe doivent être aussi courtes que possible et doivent être connectées directement au câble fixe par un moyen approprié à l'équipement et au mode d'extrémité.

4.4.7 Les câbles ou cordons souples ne doivent pas être soumis à des efforts de traction excessifs (voir 5.6.2), d'écrasement, d'abrasion, de torsion et de formation de coques, en particulier à l'entrée de l'appareil et au point de connexion au câblage fixe. Ils ne doivent pas être endommagés par aucun support ou dispositif de serrage.

4.4.8 Les câbles ou cordons souples ne doivent pas être placés sous des tapis ou d'autres revêtements de sol lorsqu'il existe:

- a) un risque d'isolation thermique entraînant un échauffement excessif (voir 5.4.1 point a)), ou
- b) un risque de détérioration provoquée par la pression des meubles ou des matériels placés dessus ou par des passages répétés.

4.4.9 Les câbles ou cordons souples ne doivent pas être en contact ou proches des surfaces chaudes, à moins qu'ils ne soient d'un type prévu pour fonctionner dans de telles conditions. En raison de la température de fusion relativement basse des câbles ou cordons à enveloppe isolante et/ou gaine thermoplastique, une attention particulière doit être portée aux températures impliquées avant d'utiliser ce type de câble. Les câbles comportant une gaine en PVC ne doivent pas être utilisés pour le soudage (ceci comprend à la fois le soudage à l'arc industriel et celui du bricoleur). Pour cela, uniquement les câbles sous gaine de caoutchouc réticulé spécifiés dans la CEI 60245-6 doivent être utilisés, ceux-ci étant construits pour résister aux particules chaudes souvent générées pendant le soudage.

4.4.10 Lorsque les câbles ou cordons souples sont destinés à une utilisation à l'extérieur, intermittente, temporaire ou permanente, ils doivent uniquement être utilisés dans une température ambiante de 5 °C à 40 °C. Si on doit utiliser un câble en dehors de cette gamme de températures, le fabricant du câble doit être consulté. Les câbles ou cordons thermoplastiques souples ne conviennent pas pour une utilisation permanente à l'extérieur et ne doivent pas être utilisés à l'extérieur de façon temporaire ou intermittente, sauf si la température ambiante est supérieure à 5 °C.

4.4.11 Les cordons sans gaine pour le raccordement de tout appareil de Classe II (comme défini dans la CEI 60335-1) ne doivent pas être utilisés en tant que cordon prolongateur ou en tant que substitution à un câble sous gaine, quel qu'en soit le type.

4.4.12 Les câbles souples ne doivent pas être employés dans les opérations des exploitations minières de fond, dans les exploitations de carrières ou dans les équipements mobiles tels que les grues équipées d'enrouleurs automatiques.

4.4.13 Les câbles et cordons souples sous gaine thermoplastique ne sont pas obligatoirement adaptés à la fabrication de cordons extensibles.

5 Limitations

5.1 Généralités

L'influence de tous les facteurs décrits en 5.2 à 5.8 doit être prise en compte ensemble et non individuellement.

5.2 Tension

La tension assignée d'un câble est la tension de référence pour laquelle le câble est conçu.

La tension assignée dans un réseau à courant alternatif est exprimée par le couple de deux valeurs U_0/U , exprimées en volts, où :

- a) U_0 est la valeur efficace entre un conducteur isolé quelconque et la « terre » (revêtement métallique du câble ou le milieu environnant).
- b) U est la valeur efficace entre deux conducteurs de phase quelconques d'un câble multiconducteur ou d'un système de câbles unipolaires.

Dans un réseau à courant alternatif, la tension assignée d'un conducteur ou câble doit être au moins égale à la tension nominale du réseau pour lequel il est prévu. Cette condition s'applique aux valeurs à la fois de U_0 et de U .

Dans une installation à courant continu, la tension maximale de service d'une installation autorisée en permanence est indiquée au Tableau 2.

Tableau 2 – Exemples de la tension maximale autorisée par rapport à la tension assignée du câble

Tension assignée du câble U_0/U V	Tension maximale autorisée en permanence dans une installation			
	c.a.	3 phases c.a.	c.c.	
	Conducteur - terre	Conducteur - conducteur	Conducteur - terre	Conducteur - conducteur
	$U_0 \text{ max (V)}$	$U \text{ max (V)}$	V	V
300/300	320	320 ^a	410	410
300/500	320	550	410	820
450/750	480	825	620	1 240

^a Système monophasé uniquement.

5.3 Courant admissible

5.3.1 La section de chaque âme doit être telle que son courant admissible ne soit pas inférieur en service permanent au courant maximal qui le traversera normalement.

5.3.2 La température limite correspondant au courant admissible ne doit pas dépasser celle du type d'isolant ou de la gaine du câble concerné.

5.3.3 Les courants admissibles pour les câbles souples, cordons et filerie fixe doivent être conformes à la CEI 60364-5-52 ou, lorsqu'ils ne sont pas précisés, référence au fabricant du câble doit être faite.

Les valeurs indiquées dans la CEI 60364-5-52 pour un type de câble particulier ont été déterminées de façon à ce que les températures limites du câble ne soient pas dépassées, dans des conditions d'installation particulières définies, où les câbles sont continuellement chargés (facteur de charge 100 %) avec un courant alternatif d'une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz.

Si les charges limites pour un type de câble particulier ne sont pas comprises dans la CEI 60364-5-52, elles peuvent dériver de la CEI 60287, ou il convient de faire référence au fabricant de câbles.

Pour les câbles de soudage à l'arc, les courants admissibles et les valeurs des chutes de tension correspondantes doivent être obtenus auprès du fabricant de câbles.

5.3.4 Dans le cas de jonctions ou d'extrémités brasées, la température du conducteur en conditions de court-circuit ne doit pas dépasser 160 °C.

5.3.5 Il convient de ne pas utiliser les âmes en cuivre étamé à une température supérieure à 200 °C, même dans des conditions de défaut, pour éviter le risque de collage des fils unitaires entre eux.

5.3.6 Le mode de pose du câble utilisé affecte son courant admissible et doit être pris en compte. Des facteurs de correction pour les courants admissibles mentionnés sont parfois donnés pour des conditions particulières telles que:

- a) température ambiante;
- b) groupement de câbles;
- c) type de protection contre les surintensités;
- d) présence d'isolation thermique;
- e) câbles sur enrouleurs;
- f) fréquence d'alimentation (si différente de 50 Hz ou 60 Hz, etc.);
- g) effet des harmoniques.

5.3.7 Le choix de la section de tout conducteur ne doit pas être basé uniquement sur le courant admissible. On doit également tenir compte des:

- 1) chocs électriques;
- 2) effets thermiques;
- 3) surcharges et courants de court-circuit;
- 4) chutes de tension;
- 5) contraintes mécaniques;

en tenant particulièrement compte d'influences telles que:

- limitation de température des bornes des appareils, jeux de barres ou conducteurs nus;
- limitation de température de court-circuit;
- intensité de courant dans le conducteur neutre comme, par exemple, résultant de la présence d'un courant harmonique significatif dans un circuit triphasé;

- effets électromagnétiques;
- réduction de la dissipation de chaleur;
- section du conducteur de protection du circuit en conditions d'erreur;
- rayonnement solaire ou infrarouge.

Cette liste n'est pas exhaustive. D'autres influences peuvent survenir pour des installations particulières.

5.4 Effets thermiques

5.4.1 Les températures limites maximales de fonctionnement continu de chaque type de câble sont données dans la CEI 60227 et la CEI 60245. Les valeurs indiquées ne doivent pas être dépassées par toute combinaison de l'échauffement du au passage du courant dans les conducteurs et des conditions ambiantes. On doit particulièrement tenir compte des points suivants:

- a) Les câbles à l'air libre doivent être installés de façon à ne pas empêcher la convection naturelle de l'air. Lorsque les câbles sont recouverts ou encastrés dans une isolation thermique, ou lorsque la dissipation de la chaleur est empêchée par d'autres causes, il est essentiel que le courant admissible soit réduit par un facteur approprié. Ce facteur peut être aussi bas que 0,5.
- b) La température des gaines peut être, de façon significative, plus élevée que la température ambiante lorsque les câbles sont soumis à un rayonnement, par exemple solaire ou infrarouge. Lorsque l'on ne peut éviter ces situations, leur effet doit être pris en compte, en adaptant le courant admissible ou la température du câble, en accord avec la température limite et la durée de vie.
- c) Les températures existantes à l'intérieur du matériel, des appareils, des luminaires, et à leurs bornes doivent être prises en compte, pour le choix des types de câbles à utiliser à l'intérieur de ceux-ci et des câbles de raccordement.
- d) L'exposition des câbles à isolation thermoplastique à des températures plus élevées que celles indiquées dans la CEI 60364-5-52, même pour de brèves périodes, peut ramollir l'isolant. Cet effet doit être pris en compte, en particulier lorsqu'il y a également présence d'une contrainte mécanique.

La température ambiante minimale pour tous les types de câbles est de 5 °C, et si un câble doit fonctionner en-dessous de cette température, on doit demander conseil au fabricant des câbles. Quand la température des câbles descend en dessous de la température ambiante normale, tous les matériaux d'isolation et de gainage utilisés pour les câbles deviennent progressivement plus durs, jusqu'au point où ils deviennent cassants.

5.4.2 Les câbles doivent être choisis, placés et installés de façon à ne pas gêner la dissipation de chaleur prévue au cours de leur utilisation et à ne pas présenter un risque d'incendie sur les matériaux à leur contact.

5.4.3 Lorsque la température de la surface du câble peut dépasser 50 °C, le câble doit être placé ou protégé de façon à éviter tout contact avec des personnes ou des animaux.

Les températures de surface du câble supérieures à cette valeur peuvent provoquer une réaction involontaire en cas de contact avec la peau.

5.4.4 L'effet de la chaleur engendrée par le passage du courant dans l'âme sur les matériaux constitutifs du câble et sur les matériaux utilisés dans la réalisation des jonctions, des dérivations et des extrémités doit être pris en compte.

5.5 Caractéristiques au feu

5.5.1 Les câbles peuvent fournir une source de matière combustible et peuvent propager l'incendie, les matériaux d'isolation et de gainage des câbles peuvent, en brûlant, dégager de

la fumée, des gaz toxiques et corrosifs. Lorsque ces faits peuvent constituer un risque, et particulièrement quand il est nécessaire d'assurer une évacuation en toute sécurité des locaux, par exemple dans les bâtiments recevant du public, bureaux, hôtels, hôpitaux, etc., l'avis du fabricant de câbles doit être obtenu afin de choisir des câbles diminuant le risque.

L'approche utilisée pour la technique de la sécurité vis-à-vis du feu doit également être considérée.

Il peut exister une législation nationale spécifiant des exigences détaillées à respecter.

5.5.2 Des conseils lors du choix des câbles réputés maintenir l'intégrité des circuits électriques, la sécurité des personnes et des biens en cas d'incendie, quand cela est nécessaire doivent être obtenus.

5.5.3 Lorsqu'un câble doit être utilisé en présence d'atmosphères explosives ou inflammables, des conseils pour choisir des câbles appropriés doivent être obtenus.

Des recommandations sont disponibles auprès des fabricants de câbles; voir également la CEI 60079.

5.6 Contraintes mécaniques

5.6.1 Généralités

Lors de l'estimation des risques potentiels de dommage mécanique des câbles, toutes contraintes mécaniques pouvant être imposées au cours du processus normal d'installation des câbles doivent être prises en compte.

5.6.2 Traction

La traction appliquée à un câble, soumis à une force de tirage maximale de 1000 N, ne doit pas dépasser les valeurs, exprimées ci-dessous, de contrainte de traction par rapport à la section des âmes concernées, sauf accord différent du fabricant de câbles:

- a) 50 N/mm² pour les câbles non souples au cours de l'installation ;
- b) 15 N/mm² pour les câbles souples, sous contrainte de traction statique, et pour les câbles non souples utilisés dans des circuits fixes.

NOTE Une masse de 1 kg est approximativement égale à 10 N.

Au cas où se produirait une contrainte dépassant ces valeurs, un porteur séparé ou un autre dispositif supportant cette contrainte doit être utilisé. La méthode pour relier un tel porteur ou dispositif au câble doit être telle que le câble ne puisse être endommagé.

Dans le cas où les câbles souples sont sous contrainte dynamique (y compris celles dues à l'inertie, par exemple au dévidage d'un enrouleur), les efforts de traction admissibles et la résistance à la fatigue doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant de câbles.

Lorsque les câbles sont installés verticalement, sans support intermédiaire, sont inaccessibles et ne peuvent être bougés ou déplacés, ils doivent être supportés au point haut de leur cheminement de manière telle que le rayon de courbure interne résultant ne soit pas inférieur à la valeur minimale appropriée du rayon de courbure indiquée pour l'usage normal dans le Tableau 3. La longueur verticale non soutenue ne doit pas excéder 5 m.

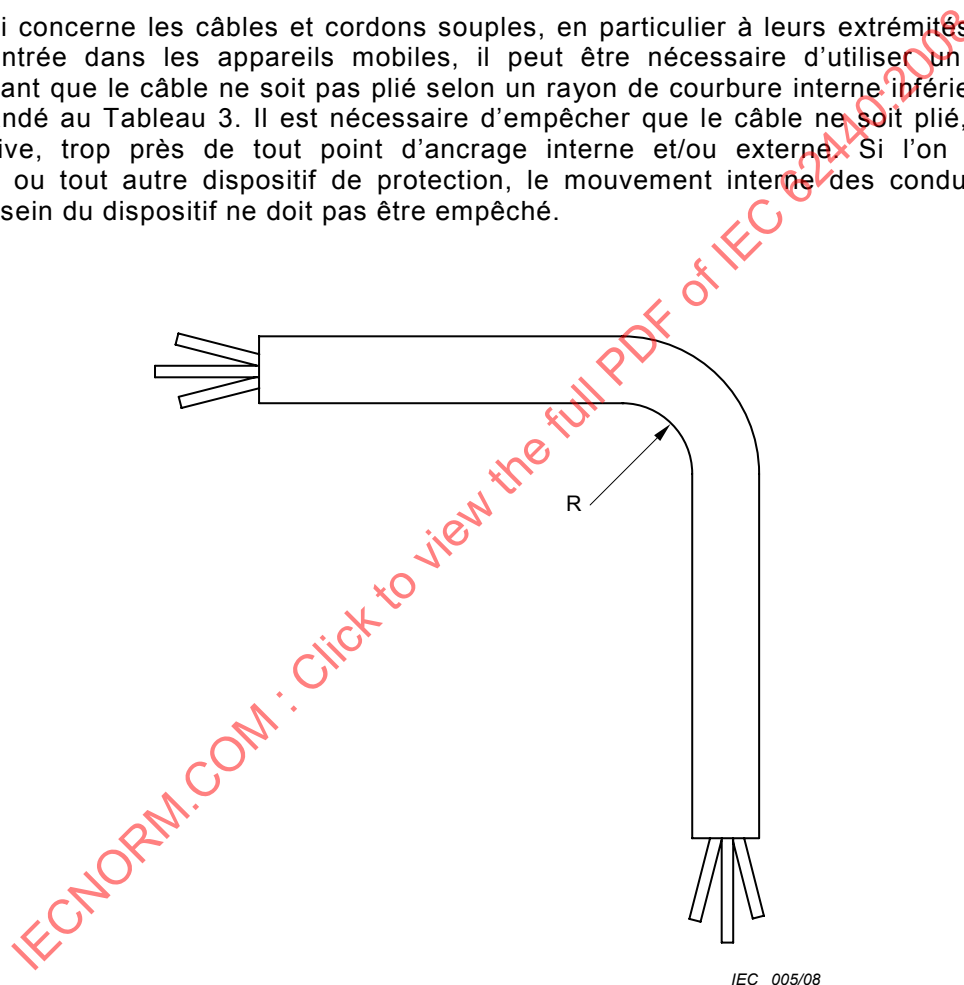
5.6.3 Rayon de courbure

Les rayons de courbure internes (R) (comme présenté en Figure 1) pour les différents types de câbles ne doivent pas être, dans des circonstances normales, inférieurs à ceux indiqués au Tableau 3.

En retirant l'enveloppe isolante, on doit s'assurer qu'aucun dommage ne puisse survenir à l'âme car cela affecterait gravement les valeurs des rayons de courbure admissibles.

Les rayons de courbure (R) recommandés sont donnés pour une température ambiante de $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Pour des températures hors de ces limites, les recommandations des fabricants doivent être suivies.

En ce qui concerne les câbles et cordons souples, en particulier à leurs extrémités et à leur point d'entrée dans les appareils mobiles, il peut être nécessaire d'utiliser un dispositif garantissant que le câble ne soit pas plié selon un rayon de courbure interne inférieur à celui recommandé au Tableau 3. Il est nécessaire d'empêcher que le câble ne soit plié, de façon significative, trop près de tout point d'ancrage interne et/ou externe. Si l'on utilise un manchon ou tout autre dispositif de protection, le mouvement interne des conducteurs du câble au sein du dispositif ne doit pas être empêché.



IEC 005/08

Légende

R Rayon de courbure interne.

Figure 1 – Définition du rayon de courbure interne