

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60649

Première édition
First edition
1979-01

**Calcul du diamètre extérieur maximal des câbles
pour installations intérieures**

**Calculation of maximum external diameter of
cables for indoor installations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60649: 1979

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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 des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

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*.

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

Numbering

As from 1 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 subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

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*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60649

Première édition
First edition
1979-01

**Calcul du diamètre extérieur maximal des câbles
pour installations intérieures**

**Calculation of maximum external diameter of
cables for indoor installations**

© IEC 1979 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

H

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Méthode de calcul	6
1.1 Diamètre du conducteur (d_c)	6
1.2 Diamètre du conducteur isolé (d_i)	6
1.3 Augmentation du diamètre pour les conducteurs isolés ou les éléments sous écran individuel	8
1.4 Diamètre du conducteur isolé sous écran (d_s)	8
1.5 Diamètre sur assemblage	8
1.6 Augmentation du diamètre pour rubanage	10
1.7 Augmentation du diamètre pour écran commun	10
1.8 Epaisseur de la gaine	10
1.9 Diamètre extérieur maximal ($D_{\max}$)	10
2. Tableau des abréviations	12
ANNEXE A — Exemple de calcul du diamètre sur assemblage d'un câble avec éléments sous écran	14

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Method of calculation	7
1.1 Diameter of conductor (d_c)	7
1.2 Diameter of insulated conductor (d_i)	7
1.3 Increase of diameter for screening individual insulated conductor or elements	9
1.4 Diameter of screened insulated conductor (d_s)	9
1.5 Diameter over assembly	9
1.6 Increase of diameter for taping	11
1.7 Increase of diameter for collective screen	11
1.8 Sheath thickness	11
1.9 Maximum external diameter (D_{max})	11
2. Table of designations	13
APPENDIX A — Example of calculation of diameter over assembly for cable with screened elements	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CALCUL DU DIAMÈTRE EXTÉRIEUR MAXIMAL DES CÂBLES
POUR INSTALLATIONS INTÉRIEURES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 46C: Câbles et fils pour basses fréquences, du Comité d'Etudes N° 46 de la CEI: Câbles, fils et guides d'ondes pour équipements de télécommunications.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Ljubljana en 1972, à Bucarest en 1974 et à Stockholm en 1976. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 46C(Bureau Central)80, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six mois en mars 1977.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Canada
Danemark
Egypte
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
France
Italie

Japon
Norvège
Pays-Bas
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CALCULATION OF MAXIMUM EXTERNAL DIAMETER OF CABLES
FOR INDOOR INSTALLATIONS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report was prepared by Sub-Committee 46C, L.F. Cables and Wires, of IEC Technical Committee No. 46, Cables, Wires and Waveguides for Telecommunication Equipment.

Drafts were discussed at the meetings held in Ljubljana in 1972, Bucharest in 1974 and in Stockholm in 1976. As a result of this latter meeting, a draft, Document 46C(Central Office)80, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Romania
Canada	Spain
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Egypt	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

CALCUL DU DIAMÈTRE EXTÉRIEUR MAXIMAL DES CÂBLES POUR INSTALLATIONS INTÉRIEURES

1. Méthode de calcul

1.1 Diamètre du conducteur (d_c)

$$d_c = K_c \times d$$

où:

d = diamètre nominal spécifié du conducteur divisé

Massif:

$$K_c = 1.$$

Divisé:

Sept brins $K_c = 3$.

Plus de sept brins $K_c = 1,16 \sqrt{n_1}$.

(n_1 = nombre de brins)

Le diamètre d_c obtenu est arrondi à 0,05 mm près.

Exemples:

n_1	d (mm)	d_c (mm)
16	0,20	0,95
24	0,20	1,15
32	0,20	1,30
30	0,25	1,60

1.2 Diamètre du conducteur isolé (d_i)

$$d_i = d_c + 2 e_{im}$$

où:

e_{im} = épaisseur moyenne utilisée pour le calcul

TABLEAU I

Relation entre l'épaisseur minimale spécifiée et l'épaisseur moyenne de l'isolant

Epaisseur minimale spécifiée de l'isolant	Epaisseur moyenne de l'isolant
e_1 (mm)	e_{im} (mm)
0,10	0,15
0,12	0,17
0,15	0,20
0,20	0,275
0,25	0,325
0,30	0,40
0,40	0,50

CALCULATION OF MAXIMUM EXTERNAL DIAMETER OF CABLES FOR INDOOR INSTALLATIONS

1. Method of calculation

1.1 Diameter of conductor (d_c)

$$d_c = K_c \times d$$

where:

d = specified nominal diameter of conductor strands

Solid:

$$K_c = 1.$$

Stranded:

Seven strands $K_c = 3$.

More than seven strands $K_c = 1.16 \sqrt{n_1}$.

(n_1 = number of strands)

The diameter d_c obtained is rounded off to the nearest 0.05 mm.

Examples:

n_1	d (mm)	d_c (mm)
16	0.20	0.95
24	0.20	1.15
32	0.20	1.30
30	0.25	1.60

1.2 Diameter of insulated conductor (d_i)

$$d_i = d_c + 2 e_{im}$$

where:

e_{im} = average thickness used for calculation

TABLE I

Relationship between the specified minimum thickness and the average thickness of the insulation

Specified minimum thickness of insulation	Average thickness of insulation
e_i (mm)	e_{im} (mm)
0.10	0.15
0.12	0.17
0.15	0.20
0.20	0.275
0.25	0.325
0.30	0.40
0.40	0.50

1.3 Augmentation du diamètre pour les conducteurs isolés ou les éléments sous écran individuel

L'augmentation S_1 du diamètre est la suivante:

- écran rubané: $3 \times n \times t_s$;
- écran en fils guipés: $2 \times t_s$;
- écran en fils tressés: $5 \times t_s$;
- rubanage au-dessus ou au-dessous de l'écran: $n \times 0,1 \text{ mm}$.

où:

t_s = épaisseur du ruban ou diamètre du fil de l'écran

n = nombre de rubans

Note. — Pour les rubans appliqués sans recouvrement: $2 \times n \times t_s$.

1.4 Diamètre du conducteur isolé sous écran (d_s)

$$d_s = d_i + S_1$$

1.5 Diamètre sur assemblage

Le diamètre sur assemblage D_A est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$D_A = K_a d_i$$

(pour les conducteurs isolés sans écran)

$$D_A = K_a d_s$$

(pour des conducteurs isolés sous écran individuel)

où:

K_a = coefficient d'assemblage (tableau II)

d_i = diamètre du conducteur isolé

d_s = diamètre du conducteur isolé sous écran (voir la note 2)

TABLEAU II
Coefficient d'assemblage (K_a)

Nombre d'éléments de câblage (N)	Conducteurs simples	Paires	Tierces	Quartres	Quintes
1	1,0	2,0	2,15	2,41	2,7
2	2,0	3,4	*	*	*
3	2,15	3,65	4,1	4,9	5,6
4	2,41	4,1	4,6	5,5	6,3
5	2,7	4,6	5,2	6,2	7,0
6	3,0	5,1	6,0	6,9	7,8
7	3,0	5,1	6,0	6,9	7,8
8	3,4	5,5	6,5	7,6	8,7
9	3,6	6,0	7,0	8,3	9,4
10	4,0	6,4	7,5	8,8	10,0
> 10	$1,20 \sqrt{N}$	$1,95 \sqrt{N}$	$2,25 \sqrt{N}$	$2,70 \sqrt{N}$	$3,10 \sqrt{N}$

* Ces modèles n'étant pratiquement jamais fabriqués, aucun coefficient n'est donné.

Notes 1. — Il n'a pas été prévu de coefficient spécial pour les câbles assemblés en faisceaux compte tenu de la tolérance de +10% sur le diamètre extérieur (voir le paragraphe 1.9) qui permet d'englober l'augmentation de diamètre qui pourrait résulter de ce mode d'assemblage.

2. — Pour les câbles assemblés à partir de paires, tierces, quartres ou quintes isolées sous écran individuel, le diamètre de l'élément de câblage est augmenté de l'épaisseur de l'écran S_1 ; ce diamètre est ensuite divisé par le coefficient d'assemblage de cet élément (2 pour la paire, 2,15 pour la tierce, etc.).

On obtient ainsi le diamètre d_s d'un conducteur simple fictif; ce diamètre sera alors multiplié par le coefficient d'assemblage correspondant à la constitution du câble.

Voir exemple dans l'annexe A.

1.3 Increase of diameter for screening individual insulated conductor or elements

The increase S_1 of the diameter is as follows:

- taped screen: $3 \times n \times t_s$;
- lapped wire screen: $2 \times t_s$;
- braided wire screen: $5 \times t_s$;
- wrapping over or under screen: $n \times 0.1$ mm.

where :

t_s = thickness of screen tape or diameter of screen wire

n = number of tapes

Note. — For tapes applied without overlap: $2 \times n \times t_s$.

1.4 Diameter of screened insulated conductor (d_s)

$$d_s = d_i + S_1$$

1.5 Diameter over assembly

The diameter over assembly D_A is calculated from the following formula:

$$D_A = K_a d_i$$

(for unscreened insulated conductors)

$$D_A = K_a d_s$$

(for individually screened insulated conductors)

where :

K_a = assembly coefficient (Table II)

d_i = insulated conductor diameter

d_s = screened insulated conductor diameter (see Note 2)

TABLE II
Assembly coefficient (K_a)

Number of cabling elements (N)	Single conductors	Pairs	Triples	Quads	Quintuples
1	1.0	2.0	2.15	2.41	2.7
2	2.0	3.4	*	*	*
3	2.15	3.65	4.1	4.9	5.6
4	2.41	4.1	4.6	5.5	6.3
5	2.7	4.6	5.2	6.2	7.0
6	3.0	5.1	6.0	6.9	7.8
7	3.0	5.1	6.0	6.9	7.8
8	3.4	5.5	6.5	7.6	8.7
9	3.6	6.0	7.0	8.3	9.4
10	4.0	6.4	7.5	8.8	10.0
≥ 10	$1.20 \sqrt{N}$	$1.95 \sqrt{N}$	$2.25 \sqrt{N}$	$2.70 \sqrt{N}$	$3.10 \sqrt{N}$

* Since these types are rarely manufactured, no coefficient is given.

Notes 1. — No special coefficient has been proposed for unit cables as it is considered that the 10% tolerance on the maximum external diameter (see Sub-clause 1.9) is sufficient to cover the increase in diameter which might result from this type of assembly.

2. — For cables assembled from individually screened pairs, triples, quads or quintuples, the thickness of the screen S_1 is added, then this diameter is divided by the assembly coefficient of this element (2 for pair, 2.15 for triple, etc.).

A diameter d_s is so obtained for an imaginary single conductor, this diameter will be multiplied by the assembly factor corresponding to the composition of the cable.

See example in Appendix A.

1.6 Augmentation du diamètre pour rubanage

L'augmentation P du diamètre est la suivante:

$$3 \times n \times t_p$$

où:

t_p = épaisseur du ruban de protection

n = nombre de rubans

1.7 Augmentation du diamètre pour écran commun

L'augmentation S_2 du diamètre est la suivante:

— écran rubané: $3 \times n \times t_s$;

— écran en fils guipés: $2 \times t_s$;

— écran en fils tressés: $5 \times t_s$;

— rubanage au-dessus de l'écran $n \times 0,1$ mm.

où:

t_s = épaisseur du ruban ou diamètre du fil de l'écran

n = nombre de rubans

1.8 Epaisseur de la gaine

La valeur minimale spécifiée e_g pour l'épaisseur est donnée dans la publication correspondante de la CEI.

La valeur e_{gm} représente la valeur moyenne à prendre en considération pour le calcul du diamètre nominal extérieur.

TABEAU III

Relation entre l'épaisseur minimale spécifiée et l'épaisseur moyenne de la gaine

Epaisseur minimale spécifiée de la gaine	Epaisseur moyenne de la gaine
e_g (mm)	e_{gm} (mm)
0,4	0,6
0,6	0,8
0,7	0,9
0,8	1,05
0,9	1,2
1,0	1,3
1,15	1,5
1,35	1,7
1,6	2,0

1.9 Diamètre extérieur maximal (D_{max})

Pour obtenir D_{max} , le diamètre extérieur maximal du câble, calculer d'abord le diamètre sur la gaine D_G .

$$D_G = D_A + P + 2e_{gm} \text{ pour les câbles sans écran commun}$$

$$D_G = D_A + P + S_2 + 2e_{gm} \text{ pour les câbles avec écran commun}$$

Une tolérance est ajoutée à cette valeur: +10% (avec un minimum de 0,5 mm).

Cette valeur est arrondie à la deuxième décimale, c'est-à-dire xx,xx.

1.6 Increase of diameter for taping

The increase P of the diameter is as follows:

$$3 \times n \times t_p$$

where :

t_p = thickness of protective tape

n = number of tapes

1.7 Increase of diameter for collective screen

The increase S_2 of the diameter is as follows:

— taped screen: $3 \times n \times t_s$;

— lapped wire screen: $2 \times t_s$;

— braided wire screen: $5 \times t_s$;

— wrapping over screen: $n \times 0.1$ mm.

where :

t_s = thickness of screen tape or diameter of screen wire

n = number of tapes

1.8 Sheath thickness

The minimum value for specified thickness e_g is given in the relevant IEC publication.

The value e_{gm} represents the average value to be taken into consideration for calculating the external nominal diameter.

TABLE III

Relationship between the specified minimum thickness and the average thickness of the sheath

Specified minimum thickness of sheath	Average thickness of sheath
e_g (mm)	e_{gm} (mm)
0.4	0.6
0.6	0.8
0.7	0.9
0.8	1.05
0.9	1.2
1.0	1.3
1.15	1.5
1.35	1.7
1.6	2.0

1.9 Maximum external diameter (D_{max})

To obtain the maximum external diameter D_{max} of cable, the diameter over the sheath D_G is first of all calculated.

$$D_G = D_A + P + 2e_{gm} \text{ for cables without collective screen}$$

$$D_G = D_A + P + S_2 + 2e_{gm} \text{ for cables with collective screen}$$

A tolerance is added to this value: +10% (with minimum of 0.5 mm).

This value is rounded to two decimal places, that is to say xx.xx.

La valeur est alors arrondie à la première décimale supérieure si la valeur est égale ou inférieure à 5 mm, par exemple 4,61 arrondi à 4,7.

Si la valeur est supérieure à 5 mm, elle est d'abord arrondie à la première décimale puis au demi-millimètre supérieur, exemples: 25,05 arrondi à 25,1 puis 25,5; 25,04 arrondi à 25,0 puis 25,0.

2. Tableau des abréviations

d	= diamètre du brin du conducteur	K_c	= coefficient de câblage des conducteurs divisés
d_c	= diamètre du conducteur	n_1	= nombre de brins des conducteurs divisés
d_i	= diamètre moyen du conducteur isolé	n	= nombre de rubans
d_s	= diamètre moyen du conducteur isolé sous écran	N	= nombre d'éléments de câblage
D_A	= diamètre sur assemblage	P	= augmentation de diamètre pour rubanage de protection
D_G	= diamètre sur gaine	S_1	= augmentation de diamètre pour écrans individuels
D_{max}	= diamètre extérieur maximal	S_2	= augmentation de diamètre pour écrans communs
e_g	= épaisseur minimale spécifiée de la gaine	t_p	= épaisseur du ruban de protection
e_{gm}	= épaisseur moyenne de la gaine	t_s	= épaisseur du ruban ou diamètre du fil de l'écran
e_i	= épaisseur minimale spécifiée de l'isolant		
e_{im}	= épaisseur moyenne de l'isolant		
K_a	= coefficient d'assemblage des éléments de câblage		