

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radio frequency cables –

Part 0-1: Guidelines to the design of detail specifications – Coaxial cables

Câbles pour fréquences radioélectriques –

**Partie 0-1: Lignes directrices pour la conception des spécifications particulières
– Câbles coaxiaux**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60096-0-1:2012



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

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.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Radio frequency cables –

Part 0-1: Guidelines to the design of detail specifications – Coaxial cables

Câbles pour fréquences radioélectriques –

**Partie 0-1: Lignes directrices pour la conception des spécifications particulières
– Câbles coaxiaux**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 33.120.10

ISBN 978-2-83220-473-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Symbols and numbering	6
3.1 Register of symbols used	6
3.2 Numbering of construction elements.....	8
4 Material constants	9
4.1 Table of material constants relating to dielectric and sheath and their values for different materials	9
4.2 Tables of material constants relating to conductors	11
4.3 Construction constants	12
4.3.1 Table of construction constants relating to inner conductor.....	12
4.3.2 Table of construction constants relating to braided outer conductors and screens.....	12
4.4 Table of braid wire dimensions of outer conductor and screen.....	13
4.5 Attenuation factors	13
4.6 Maximum permissible input power.....	14
5 Standard values of characteristic impedance and outer diameter of dielectric.....	14
5.1 Nominal characteristic impedance of coaxial cables	14
5.2 Nominal diameters over dielectric of coaxial cables	15
6 Cable construction details	16
6.1 General.....	16
6.2 Inner conductor	17
6.3 Stranded inner conductor	17
6.4 Braided outer conductors	17
6.5 Medium between outer conductor and screen.....	18
6.6 Braided screen	18
6.7 Sheath diameters.....	18
6.8 Weight calculation	18
7 Calculation of electrical properties.....	19
7.1 DC resistance of conductors and screen, per unit length	19
7.2 Attenuation.....	20
7.3 Nominal characteristic impedance Z_0 and capacitance C_2 per unit length	20
7.4 Calculation of power rating	20
7.5 Permissible voltages	21
7.5.1 Test voltage, dielectric, U_t	21
7.5.2 Discharge test voltage, dielectric, U_d	22
7.5.3 Maximum permissible operating voltage, U_0	22
7.5.4 Test voltage, sheath	22
7.6 Insulation resistance	22
7.7 Current carrying capacity of coaxial cables.....	23
7.7.1 Principle	23
7.7.2 Definitions	23
7.7.3 Requirements	24
Figure 1 – Graph for calculation of maximum permissible input power	14

Table 1 – Example of use of k_x factor	8
Table 2 – Example of use of k_{xy} factor	8
Table 3 – Material constants relating to dielectric and sheath and their values for different materials	9
Table 4 – Conductivity (at 20 °C) and density	11
Table 5 – Coating factor ^a	11
Table 6 – Tinned copper wire	11
Table 7 – Copper clad steel wire	12
Table 8 – Construction constants relating to inner conductor	12
Table 9 – Construction constants relating to braided outer conductors and screens	13
Table 10 – Braid wire dimensions of outer conductor and screen	13
Table 11 – Factor relating to calculation of attenuation – examples	13
Table 12 – Nominal diameters D_2 over dielectric and the tolerances	15
Table 13 – Special design features	16
Table 14 – Special design features	17
Table 15 – Braided outer conductors	17
Table 16 – Medium between outer conductor and screen	18
Table 17 – Braided screen	18
Table 18 – Sheath diameters	18
Table 19 – Weight calculation	19
Table 20 – Electrical properties	19
Table 21 – Factors for calculation of attenuation	20
Table 22 – Test voltages for PVC sheaths	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIO FREQUENCY CABLES –**Part 0-1: Guidelines to the design of detail specifications –
Coaxial cables**

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60096-0-1 has been prepared by subcommittee 46A: Coaxial cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1990 and its Amendment 1 (2000). It constitutes a technical revision.

The significant changes with respect to the previous edition are as follows:

- tables of material constants and factors and have been updated, different equations have been updated and corrected;
- a subclause dealing with the calculation of "Current carrying capacity of coaxial cables" has been added as Subclause 7.7.

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

FDIS	Report on voting
46A/1043/FDIS	46A/1064/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.

A list of all the parts in the IEC 60096 series, published under the general title *Radio frequency cables*, can be found on the IEC website.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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 60096-0-1:2012

RADIO FREQUENCY CABLES –

Part 0-1: Guidelines to the design of detail specifications – Coaxial cables

1 Scope

This part of IEC 60096 provides guidance for the design of radio frequency coaxial cables with braid, metallic tapes or tubular outer conductors.

2 Normative references

Void.

3 Symbols and numbering

3.1 Register of symbols used

Symbol	Designation	Unit
α	Total attenuation per unit length, 20 °C	dB/100 m
α_T	Total attenuation per unit length, $T \neq 20$ °C	dB/100 m
α_x	Attenuation due to element x, 20 °C	dB/100 m
β_x	Braid angle of element x	° (degree)
γ_x	Density of the material of element x	g/cm ³
δ_x	Loss angle of the material of element x	rad
ε_x	Relative dielectric permittivity of the material of element x	–
χ_x	Conductivity of the material of element x, 20 °C	m/Ωmm ²
σ_x	Thermal resistivity of the material of element x	K·m/W
B_x	Braid coverage concerning element x	–
c_0	Velocity of propagation in free space	m/s
C	Dielectric diameter	mm
C_x	Capacitance of element x, per unit length	pF/m
d_x	Diameter of individual wires of element x	mm
D_x	Outer diameter of element x	mm
D_{xe}	Electrical effective diameter of element x	mm
D_{xm}	Mean diameter of element x	mm
D	Sheath diameter	mm
D_s	Outer conductor diameter	mm
d	Center conductor diameter	mm
E_2	Maximum permissible voltage gradient of dielectric (peak value)	kV/mm
ε	Surface emissivity (sheathed=0,95, bare=0,35)	
f	Frequency	MHz
h_x	Coating thickness concerning element x	mm
I	Current carrying capacity (Amperes)	
k_x, k_{xy}	Calculation factors according to Tables 1 and 2	–
L_x	Braid lay length concerning element x	mm

Symbol	Designation	Unit
$\ln$	Natural logarithm	
m	Total weight of cable per unit length.....	g/m
m_x	Weight of element x	g/m
N_1	Number of stranded wires of inner conductors	–
N_x	Number of wires to each spindle concerning braid x.....	–
n	Number of cables	
n_x	Number of spindles in the braid concerning element x	–
P_{40}	Maximum permissible input power, ambient temperature 40 °C.....	W
P_i	Thermal resistivity of the dielectric material, Typically = 13,0 K·m/W for both foam, disc and air dielectrics	
P_j	Thermal resistivity of the sheath material, Typically = 3,5 K·m/W for polyethylene Typically = 7,0 K·m/W for polyvinylchloride (PVC) sheaths	
P_T	Maximum permissible input power, ambient temperature $T \neq 40$ °C...	W
P_d	Maximum permissible dissipation power per unit length	W/m
q_x	Filling factor of braid concerning element x	–
R_x	DC resistance of conductive element x, per unit length	Ω/m
	and insulation resistance of insulating element x respectively	$\text{M}\Omega \cdot \text{km}$
R_{ic}	Inner conductor resistance	Ω/m at t_a
R_{ictc}	Inner conductor resistance at conductor operating temperature (t_c)	
R_{oc}	Outer conductor resistance	Ω/m at t_a
R_{octc}	Outer conductor resistance at conductor operating temperature (t_c)	
R_{eoc}	Increase in R_{ic} due to effect of outer conductor	
R_{th}	Total thermal resistance of circuit	K.m/W
R_i	Thermal resistance of dielectric	K.m/W
R_j	Thermal resistance of sheath	K.m/W
s_x	Nominal thickness of element x.....	mm
$s_{x\text{min.}}$	Minimal thickness of element x	mm
T_x	Temperature of element x	°C
T_a	Ambient temperature.....	°C
t_c	Conductor operating temperature	°C
t_a	Ambient temperature	°C
t_s	Cable surface temperature	°C
U_t	Test voltage (40 Hz - 60 Hz), rounded r.m.s. value	kV
U_{tc}	Test voltage (40 Hz - 60 Hz), rounded r.m.s. value	kV
U_d	Discharge test voltage, r.m.s. value	kV
U_o	Maximum permissible operating voltage, rounded r.m.s. value	kV
U_{oc}	Maximum permissible operating voltage, calculated r.m.s. value	kV
v_r	Velocity ratio	–
z_o	Characteristic impedance, nominal value	Ω

3.2 Numbering of construction elements

Numbering of construction elements in the following tables are as follows:

- 1 Inner conductor
- 2 Dielectric
- 3 Outer conductor
- 4 Sheath
- 5 Medium between outer conductor and screen
- 6 Screen
- 7 Medium between first and second screen
- 8 Second screen
- etc.

Examples of use of k_x factor are given in Table 1.

Table 1 – Example of use of k_x factor

Symbol	Designation	Unit
k_2	Factor dependent on inner conductor concerning the voltage gradient in the dielectric	–
k_4	Thermal dissipation constant of sheath surface in air	W/m ² K ^{1,25}

Examples of use of k_{xy} factor are given in Table 2.

Table 2 – Example of use of k_{xy} factor

Factor	Construction element concerned			
	1	3	6	8
Coating factor	k_{1c}	k_{3c}		
Stranding or braiding factor:				
– concerning attenuation	k_{1a}	k_{3a}		
– concerning d.c. resistance and weight	k_{1r}	k_{3r}	k_{6r}	k_{8r}
Ratio between overall diameter and diameter of individual wires	k_{1d}			
Effective diameter factor concerning characteristic impedance	k_{1z}			

4 Material constants

4.1 Table of material constants relating to dielectric and sheath and their values for different materials

Material constants relating to dielectric and sheath and their values for different materials are given in Table 3.

Table 3 – Material constants relating to dielectric and sheath and their values for different materials

Symbol	Designation	Unit	Value for ^a										
			Solid PE	Semi-air-spaced PE	Cellular ^b PE			PTFE	FEP	Cellular ^b FEP	ETFE	PFA	PVC
ϵ_2	Permittivity of dielectric	–	2,28	1,4	1,3	1,5	1,7	2,1	2,1	1,5	2,6	2,1	
$\tan \delta_2$	Dissipation factor of dielectric	–	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	4×10^{-4}	6×10^{-4}	6×10^{-4}	^c	^f	$1,2 \times 10^{-3}$	^e	^e	
E_2	Maximum permissible voltage gradient of dielectric	kV/mm	11	2	2	2	2	11		2	^e	^e	
γ_2, γ_4	Density of dielectric and sheath	g/cm ³	0,93	0,36	0,28	0,44	0,58	2,2	2,2	0,90	1,7	2,2	1,4 ^b
σ_2, σ_4	Thermal resistivity of dielectric and sheath	K • m/W	3,5	^e	15	9	6	4,4	5,0	^e	4,4	4,5	7,0
T_1	Maximum permissible operating temperature	°C	85/80 ^d	85/80 ^d	70	70	70	250	200 ^g	200 ^g	150 ^g	200 ^g	70

Table 3 (continued)

a	PE = polyethylene PTFE = polytetrafluoroethylene FEP = fluorinated ethylene propylene ETFE = ethylenetetrafluoroethylene PFA = perfluoroalkoxyalkane PVC = polyvinylchloride Typical value(s).
b	
c	
d	85 °C: high density material. 80 °C: other density material. Under consideration
e	
f	
g	In the case of silvered inner and outer conductors only.

Frequency MHz	tan δ
1	1×10 ⁻⁴
101	1,5×10 ⁻⁴
102	2,5×10 ⁻⁴
103	4,3×10 ⁻⁴
104	2×10 ⁻⁴

Frequency MHz	tan δ
1	4×10 ⁻⁴
101	4×10 ⁻⁴
102	8×10 ⁻⁴
103	10×10 ⁻⁴
2×103	10×10 ⁻⁴
104	7×10 ⁻⁴

4.2 Tables of material constants relating to conductors

Material constants relating to conductors are given in Tables 4 to 7.

Table 4 – Conductivity (at 20 °C) and density

Conductor	Symbols	Unit	Value	Symbols	Unit	Value
Copper	χ_1, χ_3, χ_6	m/Ωmm ²	58	$\gamma_1, \gamma_3, \gamma_6$	g/cm ³	8,9
Aluminium			35			2,7
Tin			8,3			7,3
Silver			61			10,5
Copper clad steel 30 %			17,4 ^a			8,15
Copper clad steel 40 %			23,2 ^a			8,20

^a For calculation of d.c. resistance only.

Table 5 – Coating factor ^a

Conductor	Symbol	Value
Bare copper wire		1
Silvered copper wire		1
Tinned copper wire	k_{1c} and k_{3c}	Table 6
Copper clad steel wire		Table 7

^a RF resistance of coated wire in relation to bare copper wire, dependent on frequency and coating thickness

Table 6 – Tinned copper wire

$h_1 \sqrt{f}$ or $h_3 \sqrt{f}$	k_{1c} or k_{3c}
0,01	1,01
0,02	1,03
0,03	1,06
0,04	1,11
0,06	1,25
0,08	1,44
0,10	1,67
0,12	1,91
0,15	2,24
0,18	2,46
0,20	2,60
≥0,25	2,70

Table 7 – Copper clad steel wire

$h_1 \sqrt{f}$	k_{1c}^a
0,005	11,04
0,010	6,06
0,015	4,16
0,020	3,17
0,025	2,57
0,030	2,16
0,035	1,87
0,040	1,65
0,050	1,35
0,060	1,16
0,070	1,04
0,080	1,00
^a Assumptions relating to steel: $\chi = 8 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. Relative permeability, $\mu_r = 200$.	

4.3 Construction constants

4.3.1 Table of construction constants relating to inner conductor

Construction constants relating to inner conductor are given in Table 8.

Table 8 – Construction constants relating to inner conductor

Symbol	Designation	Value versus number of strands N_1			
		1	7	12	19
k_{1r}	Stranding factor for d.c. resistance and weight	1,00	1,03	1,03	1,03
k_{1a}	Stranding factor for attenuation	1,00	1,25	1,25	1,25
k_{1z}	Effective diameter factor	1,00	0,94	0,96	0,98
k_{1d}	Ratio between overall diameter and diameter of individual wires	1,00	3,02	4,16	5,00
k_2	Voltage gradient factor	1,00	0,90	0,90	0,90

4.3.2 Table of construction constants relating to braided outer conductors and screens

Construction constants relating to braided outer conductors and screens are given in Table 9.

Table 9 – Construction constants relating to braided outer conductors and screens

Braid angle $\beta_3; \beta_6$	$\frac{L_3}{D_{3m}}; \frac{L_6}{D_{6m}}$	$k_{3r}; k_{6r}$
20°	8,63	1,06
25°	6,74	1,10
30°	5,44	1,15
35°	4,49	1,22
40°	3,74	1,30
45°	3,14	1,41
Definitions: $k_{3r} = \sqrt{1 + \left(\pi \cdot D_{3m}/L_3\right)^2} = \frac{1}{\cos \beta_3}$ $k_{6r} = \sqrt{1 + \left(\pi \cdot D_{6m}/L_6\right)^2} = \frac{1}{\cos \beta_6}$		

4.4 Table of braid wire dimensions of outer conductor and screen

Braid wire dimensions of outer conductor and screen are given in Table 10.

Table 10 – Braid wire dimensions of outer conductor and screen

Nominal outer diameter of dielectric (D_2) mm	Nominal diameter of braid wire (d_3, d_6) mm	
	Single braid	Double braid
0,87 and 1,5	0,09–0,11	–
2,95, 3,7, 4,8 and 6,4	0,13–0,15	0,13–0,15
7,25, 9,8 and 11,5	0,18–0,20	0,16–0,18
17,3	0,24–0,26	0,18–0,20

4.5 Attenuation factors

Examples of attenuation factors for the calculation of attenuation are given in Table 11.

Table 11 – Factor relating to calculation of attenuation – examples

Symbol	Designation	Feature	Value
k_{1a}	Attenuation due to inner conductor	Solid wire	1,0
		Stranded wire	1,25
k_{1c}	Attenuation due to outer conductor	Tinned copper wires	See Table 6
		Copper clad steel wire	See Table 7
k_{3a}	Attenuation due to outer conductor	Tubular outer conductor	1,0
		Braided outer conductor	2,0 ^a
k_{3c}		Braid wires tinned copper	See Table 6
^a Rough approximation (in absence of a reliable theory).			

4.6 Maximum permissible input power

For the calculation of maximum permissible input power with respect to thermal dissipation constant for surface in air, see Figure 1.

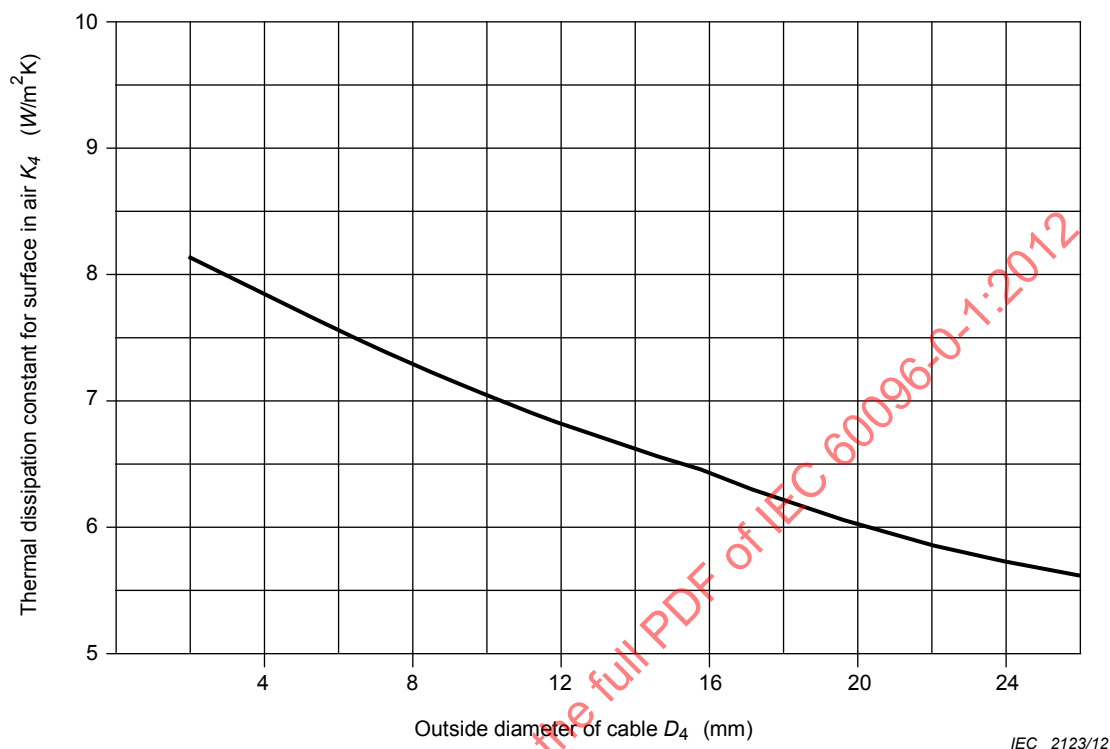


Figure 1 – Graph for calculation of maximum permissible input power

A more detailed description for the maximum permissible dissipation power related to ambient temperature is given in 7.4.

5 Standard values of characteristic impedance and outer diameter of dielectric

5.1 Nominal characteristic impedance of coaxial cables

All impedances specified in this clause are defined at a frequency of 200 MHz and at the reference temperature of 20 °C.

Standard values of nominal characteristic impedance are:

- a) 50 Ω ;
- b) 93 Ω ;
- c) 75 Ω .

Table 12 (continued)

Dielectric	Impedance Ω		Diameter over dielectric			
			Millimetres		Inches ^a	
	Rated value	Tolerance $\pm$	Rated value	Tolerance $\pm$	Rated value	Tolerance $\pm$
Semi-air-spaced polyethylene	50	2,5	7,25	0,25	0,285	0,010
	93	5,5	2,50	0,15	0,098	0,006
			3,70	0,13	0,146	0,005
Polytetrafluoro-ethylene	50	3,5	0,87	0,07	0,034	0,003
			1,50	0,10	0,060	0,004
		2,5	2,95	0,13	0,116	0,005
		2,0	7,25	0,15	0,285	0,006
	75	5,0	11,50	0,30	0,453	0,012
			1,50	0,10	0,060	0,004
		3,0	3,70	0,13	0,146	0,005
	93	5,5	7,25	0,25	0,285	0,010
			2,60	0,13	0,102	0,005
Cellular fluorinated ethylene-propylene	50	2,5	2,40	0,08	0,095	0,003
	75	3,5	3,40	0,13	0,135	0,005
			4,30	0,08	0,170	0,003
			7,25	0,25	0,285	0,010
	93	5,5	3,70	0,13	0,146	0,005

NOTE This table is a reference guide to some cable sizes but does not limit the manufacture of smaller or larger designs.

^a For information only.

6 Cable construction details

6.1 General

The starting point is to determine:

- the nominal characteristic impedance, z_0 (according to 5.1);
- the outer diameter of dielectric, D_2 (according to 5.2);

NOTE Other diameters outside the scope of this document can be calculated using the formula provided in 6.3.

- the permittivity of dielectric, ϵ_2 (Table 3).

Calculate the effective diameter of outer conductor, D_{3e} .

Special design features are given in Table 13.

Table 13 – Special design features

Outer conductor	Diameter D_{3e}
Tubular	$D_{3e} = D_2$
Braided	$D_{3e} > D_2$ (see 6.4)

6.2 Inner conductor

The electrical effective diameter D_{1e} of the inner conductor follows from:

$$D_{1e} = D_{1e} \cdot \exp\left(-Z_0 \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_2}}{60}\right) \quad ^1)$$

Special design features are given in Table 14.

Table 14 – Special design features

Solid inner conductor	Diameter D_1 as calculated
Stranded inner conductor	Diameter $D_1 > D_{1e}$ (see 6.3)

6.3 Stranded inner conductor

The diameter D_1 is to be calculated from the effective diameter D_{1e} :

$$D_1 = D_{1e} / k_{1z}$$

The wire diameter d_1 is to be calculated from D_1 :

$$d_1 = D_1 / k_{1d}$$

k_{1d} and k_{1z} according to Table 8.

6.4 Braided outer conductors

Equations for the calculation of braided outer conductors are given in Table 15.

Table 15 – Braided outer conductors

The effective diameter	D_{3e}
outer diameter	D_3
mean diameter	D_{3m}
are to be calculated from the outer diameter D_2 and the diameter of the braid wires d_3 :	
$D_{3e} = D_2 + 1,5 \cdot d_3$	
$D_3 = D_2 + 4,5 \cdot d_3$	
$D_{3m} = D_2 + 2,25 \cdot d_3$	d_3 according to Table 10
The filling factor of the braid is:	
$q_3 = \frac{N_3 \cdot n_3 \cdot d_3 \cdot k_{3r}}{2 \cdot \pi \cdot D_{3m}}$	
	d_3 and D_{3m} as above
	k_{3r} according to Table 9
The coverage and the braid angle of the outer conductor are given by:	
$B_3 = 2q_3 - q_3^2$	$\beta_3 = \arctan \pi D_{3m} / L_3$

¹⁾ Rounded up from 59,96.

6.5 Medium between outer conductor and screen

Medium between outer conductor and screen is given in Table 16.

Table 16 – Medium between outer conductor and screen

The outer diameter of the interposed medium is:

$$D_5 = D_3 + 2 s_5$$

6.6 Braided screen

Equations for the calculation of braided screens are given in Table 17.

Table 17 – Braided screen

The outer diameter D_6 and the mean diameter D_{6m} are to be calculated from the outer diameter of the interposed medium D_5 and the diameter of the braid wires, d_6: $D_6 = D_5 + 4,5 d_6$ $D_{6m} = D_5 + 2,25 d_6$ d_6 according to Table 10	
The filling factor of the braid is: $q_6 = \frac{N_6 \cdot n_6 \cdot d_6 \cdot k_{6r}}{2 \cdot \pi \cdot D_{6m}}$ d_6 and D_{6m} as above k_{6r} according to Table 9	
The coverage and the braid angle of the screen are given by: $B_6 = 2q_6 - q_6^2 \quad \beta_6 = \arctan \pi D_{6m}/L_6$	

6.7 Sheath diameters

Sheath diameters are given in Table 18.

Table 18 – Sheath diameters

Material	Outer diameter of screen D_6^a	Nominal thickness s_4	Minimum thickness s_4 min.
FER	<2,5	0,25 mm	0,15 mm
PTFE	2,5 – 5,9	0,38 mm	0,25 mm
	6,0 – 9,0		0,30 mm
PE	<2,5	$0,07 D_6^a + 0,3$ mm	$0,9 s_4 - 0,1$ mm
PVC	$\geq 2,5$	$0,07 D_6^a + 0,5$ mm	

^a Cables without screen: to be replaced by outer diameter of outer conductor D_3 .

6.8 Weight calculation

The approximate total weight of the cable is to be calculated from $m = \Sigma m_x$.

For the calculation of the individual weights, formulae are given in Table 19:

Table 19 – Weight calculation

Solid inner conductor	$m_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \cdot \gamma_1$	γ_1 according to Table 4
Stranded inner conductor	$m_1 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot N_1 \cdot k_{1r} \cdot \gamma_1$	k_{1r} according to Table 8
Insulation	$m_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_2^2 - D_1^2) \cdot \gamma_2$	γ_2 according to Table 3 D_1 according to 6.3
Tubular outer conductor	$m_3 = \pi \cdot (D_2 + s_3) \cdot s_3 \cdot \gamma_3$	γ_3 according to Table 4
Braided outer conductor	$m_3 = \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 \cdot N_3 \cdot n_3 \cdot k_{3r} \cdot \gamma_3$	k_{3r} according to Table 9
Interposed medium between outer conductor and screen	$m_5 = \pi \cdot (D_3 + s_5) \cdot s_5 \cdot \gamma_5$	γ_5 dependent on the material used D_3 according to Table 16
Braided screen	$m_6 = \frac{\pi}{4} \cdot d_6^2 \cdot N_6 \cdot n_6 \cdot k_{6r} \cdot \gamma_6$	γ_6 according to Table 4 k_{6r} according to Table 9
Sheath	$m_4 = \pi \cdot (D_6 + s_4) \cdot s_4 \cdot \gamma_4^a$	γ_4 according to Table 3
^a For cables without screen, D_6 is to be replaced by D_3 .		

7 Calculation of electrical properties

7.1 DC resistance of conductors and screen, per unit length

The values are to be calculated from the formulae in Table 20:

Table 20 – Electrical properties

Solid inner conductor	$R_1 = \frac{4}{\pi \cdot D_1^2 \cdot \chi_1}$	χ_1, χ_3, χ_6 according to Table 4 k_{1r} according to Table 8 k_{3r} and k_{6r} according to Table 9 d_3 and d_6 according to Table 10
Stranded inner conductor	$R_1 = \frac{4 k_{1r}}{N_1 \cdot \pi \cdot d_1^2 \cdot \chi_1}$	
Tubular inner conductor	$R_3 = \frac{1}{\pi \cdot (D_1 - s_1) \cdot s_1 \cdot \chi_1}$	
Tubular outer conductor	$R_3 = \frac{1}{\pi \cdot (D_2 + s_3) \cdot s_3 \cdot \chi_3}$	
Braided outer conductor	$R_3 = \frac{4 k_{3r}}{N_3 \cdot n_3 \cdot \pi \cdot d_3^2 \cdot \chi_3}$	
Braided screen	$R_6 = \frac{4 \cdot k_{6r}}{N_6 \cdot n_6 \cdot \pi \cdot d_6^2 \cdot \chi_6}$	

7.2 Attenuation

The total attenuation per unit length is to be calculated from:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

where α_1 , α_2 and α_3 are the attenuation components due to the inner conductor, dielectric and outer conductor. The attenuation is related to a cable temperature of 20 °C. For temperatures $T \neq 20$ °C, the attenuation shall be calculated by:

$$\alpha_T = (\alpha_1 + \alpha_3) \sqrt{1 + 0,00393 (T - 20 \text{ °C})} + \alpha_2$$

NOTE α_2 may be temperature-dependent for some dielectric materials.

Formulae for calculation of α_1 , α_2 and α_3 are given in Table 21. These formulae are applicable for frequencies ≥ 10 MHz. Formulae for lower frequencies are under consideration.

Table 21 – Factors for calculation of attenuation

$\alpha_1 = \frac{4,58 \cdot k_{1c} \cdot k_{1a}}{D_{1e} \cdot \ln D_{3e}/D_{1e}} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_2 \cdot f}{\chi_1}}$	χ_1 and χ_3 , k_{1c} and k_{3c} according to Tables 4 and 5 k_{1a} and k_{3a} according to Table 11 ε_2 and $\tan \delta_2$ according to Table 3 D_{1e} and D_{3e} according to 6.2 and to Table 14 or to 6.4
$\alpha_2 = 9,1 \cdot \sqrt{\varepsilon_2} \cdot \tan \delta_2 f$	
$\alpha_3 = \frac{4,58 \cdot k_{3c} \cdot k_{3a}}{D_{3e} \cdot \ln D_{3e}/D_{1e}} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_2 \cdot f}{\chi_3}}$	

7.3 Nominal characteristic impedance Z_0 and capacitance C_2 per unit length

$$Z_0 = \frac{60^2}{\sqrt{\varepsilon_2}} \ln \frac{D_{3e}}{D_{1e}}$$

$$C_2 = \frac{\sqrt{\varepsilon_2}}{3Z_0} \cdot 10^4 \text{ (pF/m)}$$

ε_2 according to Table 3 or as provided by the manufacturer;

D_{3e} according to Table 14 or to 6.4 or as provided by the manufacturer;

D_{1e} according to 6.2.

7.4 Calculation of power rating

The power rating shall be calculated from the attenuation and the maximum permissible dissipation power for an ambient temperature of 40 °C.

For most practical purposes, the maximum permissible dissipation power per unit length (P_d) is dependent on the maximum permissible temperature T_1 of the inner conductor, given by the maximum permissible temperature of dielectric (see Table 3).

2) Rounded up from 59,96 and 2,9979 respectively.

The temperature rise of the inner conductor above that of the stagnant ambient air is:

$$T_1 - 40 \text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{P_d}{2\pi} \left\{ \frac{\alpha_1 + 1/2 \alpha_2}{\alpha} \sigma_2 \ln \frac{D_2}{D_1} + \sigma_4 \ln \frac{D_4}{D_6} \right\} + \left(\frac{1\,000 P_d}{\pi D_4 k_4} \right)^{0.8}$$

σ_2 and σ_4 according to Table 3;

k_4 according to Figure 1.

For cables without screen, D_6 is to be replaced by D_3 .

The first term of the sum is the temperature rise of inner conductor above sheath surface ($T_1 - T_4$). The second term is the temperature rise of sheath above ambient air ($T_4 - T_a$).

Having found P_d , the maximum permissible input power is given by:

$$P_{40} = \frac{868,6 P_d}{2,2 \alpha_T} = \frac{395 P_d}{\alpha_T}$$

α_T according to 7.2.

The maximum attenuation may be 10 % above the nominal value. Because of the unknown temperature of the outer conductor, the calculation assumes equality with the temperature of the inner conductor. The resulting error is negligible.

For ambient temperatures $T_a \neq 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, the power rating shall be calculated from P_{40} by the empirical formula:

$$P_T = P_{40} \cdot \left(\frac{T_1 - T_a}{T_1 - 40 \text{ }^{\circ}\text{C}} \right)^{1.14}$$

7.5 Permissible voltages

7.5.1 Test voltage, dielectric, U_t

The maximum value of voltage gradient is to be found at the surface of the inner conductor. It is limited by the maximum permissible voltage E_2 of the dielectric. Hence the test voltage U_{tc} (r.m.s. value) is to be calculated from the formula:

$$U_{tc} = \frac{E_2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{D_1 \cdot k_2}{2} \ln \frac{D_{3e}}{D_{1e}}$$

E_2 according to Table 3; or as provided by the manufacturer;

k_2 according to Table 8; or as provided by the manufacturer;

D_1 according to 6.3;

D_{1e} according to 6.2;

D_{3e} according to Table 14 or to 6.4; or as provided by the manufacturer.

The value of U_{tc} shall then be rounded to the nearest 0,2 kV for values below 5 kV and to the nearest 0,5 kV for values of 5 kV and more. The rounded test voltage is designated U_t . The rounded test voltage shall be applied for 2 min at a frequency of 40 Hz to 60 Hz.

7.5.2 Discharge test voltage, dielectric, U_d

The discharge test voltage U_d (r.m.s. value) is given by the formula $U_d = 0,5 U_t$ except in the case for polytetrafluoroethylene.

$$U_d = 0,4 U_t \text{ with a minimum of 1 kV}$$

7.5.3 Maximum permissible operating voltage, U_o

The maximum permissible operating voltage U_o (r.m.s. value) is derived from the test voltage U_t

$$U_{oc} = 0,45 U_t$$

as far as the maximum permissible input power P_{40} will not be exceeded.

The condition

$$U_o \leq \sqrt{z_o \cdot P_{40}} / 1000$$

has to be met in each case. The value of U_{oc} shall then be rounded to the nearest 0,2 kV for values below 5 kV and to the nearest 0,5 kV for values of 5 kV and more. The rounded maximum permissible operating voltage is designated U_o .

7.5.4 Test voltage, sheath

For PVC sheaths, see Table 22:

Table 22 – Test voltages for PVC sheaths

Nominal thickness of the sheath (s_4) mm	Test voltage kV r.m.s.	
	Immersion test	Spark test
Up to and including 0,5	No test	No test
Over 0,5 up to and including 0,8	2	3
Over 0,8 up to and including 1,0	3	5
Over 1,0	5	8

7.6 Insulation resistance

$$R_2 \geq 1 \text{ G}\Omega \cdot \text{km}$$

7.7 Current carrying capacity of coaxial cables

7.7.1 Principle

The method used to calculate the current carrying capacity of coaxial cables is a thermodynamic model of a cable installed indoors in air. It considers the heat flow from the inner and outer conductor through the dielectric and sheath materials.

7.7.2 Definitions

When calculating the current carrying capacity of coaxial cables, the worst case condition is typically considered. Since indoor cables do not benefit from wind cooling effects, it is assumed that cables installed indoors, or in enclosed areas, represent the worst case scenario. The calculations do not take into consideration any de-rating factors that may need to be applied to account for additional temperature effects due to solar radiation and wind cooling effects in external applications.

Current carrying capacity can be calculated by solving the following simultaneous equations:

$$I = \sqrt{\frac{0,00716 \cdot \varepsilon \cdot D \cdot (t_s - t_a) + (0,0714) \cdot (D \cdot 0,0393)^{0,75} \cdot (t_s - t_a)^{1,25}}{N \cdot (R_{ictc} + R_{eoc})}}$$

and

$$I = \sqrt{\frac{(t_c - t_s)}{(R_{ictc} + R_{eoc}) \cdot R_{th}}}$$

Solve for I and t_s .

NOTE The end user is not required to actually know the value for the variable " t_s "; however it is necessary to solve this value using the prescribed simultaneous equations.

The current carrying capacity calculated from these general equations are considered to represent current flowing in the centre conductor and returning in the outer conductor of a coaxial cable.

In the provided equations, R_{eoc} is the effective increase in center conductor resistance due to the effects of the outer conductor and is calculated as follows:

$$R_{eoc} = \frac{R_{th} - R_i}{R_{th}} \cdot R_{oetc}$$

R_{th} is the total thermal resistance to heat flow from the center conductor to the ambient air and is calculated by summing the insulation and sheath thermal resistance. The metallic components of the cable construction are considered to be isotherms and therefore disregarded. Typical thermal values for materials can be found in Table 3.

$$R_{th} = R_i + R_j$$

where

$$R_i = 0,522 \cdot P_i \cdot \ln\left(\frac{C}{d}\right)$$

$$R_j = 0,522 \cdot P_j \cdot \ln \left(\frac{D}{D_s} \right)$$

The inner and outer conductor resistance at the conductor operating temperature are calculated from the following equations:

$$R_{ictc} = \left(\frac{R_{ic}}{3281} \right) \cdot \left(\frac{228,1 + t_c}{228,1 + 20} \right) \quad R_{octc} = \left(\frac{R_{oc}}{3281} \right) \cdot \left(\frac{228,1 + t_c}{228,1 + 20} \right)$$

7.7.3 Requirements

Requirements are as follows.

- The calculated value of maximum current carrying capacity shall be rounded down to the nearest 0,1 A.
- The maximum current carrying capacity shall be calculated at a T_a of 20 °C and 40 °C unless otherwise specified in the relevant sectional or detail specification. The calculated values shall be specified in the detail specification.
- The maximum conductor operating temperature, if not 65 °C, shall be specified in the relevant sectional or detail specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60096-0-1:2012

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60096-0-1:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Symboles et repérage	30
3.1 Liste des symboles utilisés	30
3.2 Repérage des éléments de construction	32
4 Constantes des matériaux	32
4.1 Tableau des constantes des matériaux en ce qui concerne le diélectrique et la gaine, et leurs valeurs pour les différents matériaux	32
4.2 Tableaux des constantes des matériaux concernant les conducteurs	35
4.3 Constantes de construction	36
4.3.1 Tableau des constantes de construction concernant le conducteur intérieur	36
4.3.2 Tableau des constantes de construction concernant les écrans et conducteurs extérieurs sous tresse	36
4.4 Tableau des dimensions du fil de tresse du conducteur extérieur et de l'écran	37
4.5 Coefficients d'affaiblissement	37
4.6 Puissance d'entrée maximale admissible	38
5 Valeurs de référence de l'impédance caractéristique et du diamètre extérieur du diélectrique	38
5.1 Impédance caractéristique nominale des câbles coaxiaux	38
5.2 Diamètres nominaux sur diélectrique des câbles coaxiaux	38
6 Détails de construction du câble	40
6.1 Généralités	40
6.2 Conducteur intérieur	41
6.3 Conducteur intérieur toronné	41
6.4 Conducteurs extérieurs tressés	41
6.5 Élément séparateur entre conducteur extérieur et écran	42
6.6 Tresse d'écrantage	42
6.7 Diamètre des gaines	42
6.8 Calcul du poids	43
7 Calcul des propriétés électriques	43
7.1 Résistance en courant continu des conducteurs et de l'écran, par unité de longueur	43
7.2 Affaiblissement	44
7.3 Impédance caractéristique nominale Z_0 et capacitance C_2 par unité de longueur	44
7.4 Calcul de la puissance assignée	44
7.5 Tensions admissibles	45
7.5.1 Tension d'essai du diélectrique, U_t	45
7.5.2 Tension d'essai de claquage, diélectrique, U_d	46
7.5.3 Tension de fonctionnement maximale admissible, U_0	46
7.5.4 Tension d'essai, gaine	46
7.6 Résistance d'isolement	46
7.7 Courant admissible des câbles coaxiaux	46
7.7.1 Principe	46

7.7.2 Définitions	47
7.7.3 Exigences.....	48
Figure 1 – Graphique de calcul de la puissance d'entrée maximale admissible	38
Tableau 1 – Exemple d'emploi du coefficient k_x	32
Tableau 2 – Exemple d'emploi du coefficient k_{xy}	32
Tableau 3 – Constantes des matériaux en ce qui concerne le diélectrique et la gaine, et leurs valeurs pour les différents matériaux	33
Tableau 4 – Conductivité (à 20 °C) et masse volumique	35
Tableau 5 – Coefficient de recouvrement ^a	35
Tableau 6 – Fil de cuivre étamé	35
Tableau 7 – Fil d'acier plaqué cuivre.....	36
Tableau 8 – Constantes de construction en ce qui concerne le conducteur intérieur	36
Tableau 9 – Constantes de construction en ce qui concerne les conducteurs extérieurs sous tresse et les écrans	37
Tableau 10 – Dimensions du fil de tresse du conducteur extérieur et de l'écran	37
Tableau 11 – Coefficients concernant le calcul de l'affaiblissement – exemples	37
Tableau 12 – Diamètres nominaux D_2 sur le diélectrique et tolérances associées	39
Tableau 13 – Particularités de conception.....	40
Tableau 14 – Particularités de conception.....	41
Tableau 15 – Conducteurs extérieurs tressés	41
Tableau 16 – Élément séparateur entre conducteur extérieur et écran	42
Tableau 17 – Tresse d'écrantage	42
Tableau 18 – Diamètre des gaines.....	42
Tableau 19 – Calcul du poids.....	43
Tableau 20 – Propriétés électriques.....	43
Tableau 21 – Coefficients de calcul de l'affaiblissement.....	44
Tableau 22 – Tensions d'essai pour les gaines PVC	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 0-1: Lignes directrices pour la conception des spécifications particulières – Câbles coaxiaux

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60096-0-1 a été établie par le sous-comité 46A: Câbles coaxiaux, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1990 et son amendement 1 (2000). Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les tableaux contenant les constantes et les facteurs relatifs aux matériaux ont été mis à jour, un certain nombre d'équations ont été mises à jour et corrigées;
- un paragraphe traitant du calcul du « courant admissible dans les câbles coaxiaux » a été ajouté en tant que Paragraphe 7.7.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46A/1043/FDIS	46A/1064/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.

Une liste de toutes les parties de la série des CEI 60096, publiées sous le titre général *Câbles pour fréquences radioélectriques*, est disponible sur le site internet de la CEI.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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 60096-0-1:2012

CÂBLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 0-1: Lignes directrices pour la conception des spécifications particulières

– Câbles coaxiaux

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60096 donne des lignes directrices pour la conception des câbles coaxiaux pour fréquences radioélectriques à tresse, ruban métallique ou conducteurs extérieurs tubulaires.

2 Références normatives

Vacant.

3 Symboles et repérage

3.1 Liste des symboles utilisés

Symbole	Désignation	Unité
α	Affaiblissement total par unité de longueur, 20 °C	dB/100 m
α_T	Affaiblissement total par unité de longueur, $T \neq 20$ °C	dB/100 m
α_x	Affaiblissement dû à l'élément x, 20 °C	dB/100 m
β_x	Angle de tresse de l'élément x	° (degré)
γ_x	Masse volumique du matériau de l'élément x	g/cm ³
δ_x	Angle de perte du matériau de l'élément x	rad
ε_x	Permittivité diélectrique relative du matériau de l'élément x	–
χ_x	Conductivité du matériau de l'élément x, 20 °C	m/Ωmm ²
σ_x	Résistivité thermique du matériau de l'élément x	K.m/W
B_x	Couverture de la tresse concernant l'élément x	–
c_0	Vitesse de propagation en espace libre	m/s
C	Diamètre du diélectrique	mm
C_x	Capacité de l'élément x, par unité de longueur	pF/m
d_x	Diamètre des fils individuels de l'élément x	mm
D_x	Diamètre extérieur de l'élément x	mm
D_{xe}	Diamètre effectif électrique de l'élément x	mm
D_{xm}	Diamètre moyen de l'élément x	mm
D	Diamètre de la gaine	mm
D_s	Diamètre du conducteur extérieur	mm
d	Diamètre du conducteur central	mm
E_2	Gradient de potentiel maximal admissible du diélectrique (valeur crête)	kV/mm
ε	Emissivité de la surface (sous gaine = 0,95, nue = 0,35)	
f	Fréquence	MHz
h_x	Épaisseur du revêtement concernant l'élément x	mm
I	Courant admissible (Ampères)	
k_x, k_{xy}	Coefficients de calcul conformément aux Tableaux 1 et 2	–

Symbole	Désignation	Unité
L_x	Longueur du pas de tresse concernant l'élément x	mm
$\ln$	Logarithme naturel	
m	Poids total du câble par unité de longueur	g/m
m_x	Poids de l'élément x	g/m
N_1	Nombre de torons du conducteur intérieur	—
N_x	Nombre de fils de chaque fuseau concernant la tresse x	—
n	Nombre de câbles	
n_x	Nombre de fuseaux dans la tresse concernant l'élément x	—
P_{40}	Puissance d'entrée maximale admissible, à une température ambiante de 40 °C	W
P_i	Résistivité thermique du matériau du diélectrique, généralement = 13,0 K·m/W pour les diélectriques constitués soit de mousse, soit de disques et d'air	
P_j	Résistivité thermique du matériau de la gaine, Généralement = 3,5 K·m/W pour le polyéthylène Généralement = 7,0 K·m/W pour les gaines en polychlorure de vinyle (PVC)	
P_T	Puissance d'entrée maximale admissible, à une température ambiante $T \neq 40$ °C	W
P_d	Puissance de dissipation maximale admissible par unité de longueur ...	W/m
q_x	Facteur de recouvrement de la tresse concernant l'élément x	—
R_x	Résistance en courant continu de l'élément conducteur x, par unité de longueur	Ω /m
	et résistance d'isolement de l'élément isolant x, respectivement	M Ω ·km
R_{ic}	Résistance du conducteur intérieur	Ω /m à t_a
R_{ictc}	Résistance du conducteur intérieur à la température de fonctionnement du conducteur (t_c)	
R_{oc}	Résistance du conducteur extérieur	Ω /m à t_a
R_{octc}	Résistance du conducteur extérieur à la température de fonctionnement du conducteur (t_c)	
R_{eoc}	Augmentation de R_{ic} due à l'effet du conducteur extérieur	
R_{th}	Résistance thermique totale du circuit	K·m/W
R_i	Résistance thermique du diélectrique	K·m/W
R_j	Résistance thermique de la gaine	K·m/W
s_x	Épaisseur nominale de l'élément x	mm
$s_{x\min.}$	Épaisseur minimale de l'élément x	mm
T_x	Température de l'élément x	°C
T_a	Température ambiante	°C
t_c	Température de fonctionnement du conducteur	°C
t_a	Température ambiante	°C
t_s	Température de surface du câble	°C
U_t	Tension d'essai (40 Hz - 60 Hz), valeur efficace arrondie	kV
U_{tc}	Tension d'essai (40 Hz - 60 Hz), valeur efficace arrondie	kV
U_d	Tension d'essai de claquage, valeur efficace	kV
U_o	Tension de fonctionnement maximale admissible, valeur efficace arrondie	kV
U_{oc}	Tension de fonctionnement maximale admissible, valeur efficace calculée	kV
v_r	Vitesse relative de propagation	—
z_o	Impédance caractéristique, valeur nominale	Ω

3.2 Repérage des éléments de construction

Le repérage des éléments de construction dans les tableaux suivants sont donnés ci-dessous:

- 1 Conducteur intérieur
- 2 Diélectrique
- 3 Conducteur extérieur
- 4 Gaine
- 5 Milieu entre conducteur extérieur et écran
- 6 Ecran
- 7 Milieu entre premier et deuxième écran
- 8 Deuxième écran
- etc.

Des exemples d'emploi du coefficient k_x sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Exemple d'emploi du coefficient k_x

Symbole	Désignation	Unité
k_2	Coefficient dépendant du conducteur intérieur concernant le gradient de potentiel dans le diélectrique	–
k_4	Constante de dissipation thermique de la surface de la gaine dans l'air	W/m ² K ^{1,25}

Des exemples d'emploi du coefficient k_{xy} sont donnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exemple d'emploi du coefficient k_{xy}

Coefficient	Elément de construction concerné			
	1	3	6	8
Coefficient de recouvrement	k_{1c}	k_{3c}		
Coefficient de toronnage ou de tressage:				
– concernant l'affaiblissement	k_{1a}	k_{3a}		
– concernant la résistance en courant continu et le poids	k_{1r}	k_{3r}	k_{6r}	k_{8r}
Rapport entre le diamètre global et celui des fils individuels	k_{1d}			
Coefficient de diamètre effectif concernant l'impédance caractéristique	k_{1z}			

4 Constantes des matériaux

4.1 Tableau des constantes des matériaux en ce qui concerne le diélectrique et la gaine, et leurs valeurs pour les différents matériaux

Les constantes des matériaux en ce qui concerne le diélectrique et la gaine, et leurs valeurs pour les différents matériaux sont données dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Constantes des matériaux en ce qui concerne le diélectrique et la gaine, et leurs valeurs pour les différents matériaux

Symbole	Désignation	Unité	Valeur pour a										
			PE massif	PE semi-aéré	PE cellulaire b			PTFE	FEP	FEP cellulaire b	ETFE	PFA	PVC
ϵ_2	Permittivité du diélectrique	–	2,28	1,4	1,3	1,5	1,7	2,1	2,1	1,5	2,6	2,1	
$\tan \delta_2$	Facteur de perte du diélectrique	–	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	4×10^{-4}	6×10^{-4}	6×10^{-4}	c		$1,2 \times 10^{-3}$	e	e	
E_2	Gradient de potentiel maximal admissible du diélectrique	kV/mm	11	2	2	2	2	11		2	e	e	
γ_2, γ_4	Masse volumique du diélectrique et de la gaine	g/cm ³	0,93	0,36	0,28	0,44	0,58	2,2	2,2	0,90	1,7	2,2	1,4 b
σ_2, σ_4	Résistivité thermique du diélectrique et de la gaine	K • m/W	3,5	e	15	9	6	4,4	5,0	e	4,4	4,5	7,0
T_1	Température de fonctionnement maximale admissible	°C	85/80 d	85/80 d	70	70	70	250	200 g	200 g	150 g	200 g	70

Tableau 3 (suite)

a	PE = polyéthylène PTFE = polytétrafluoroéthylène FEP = fluoroéthylène propylène ETFE = éthylènetétrafluoroéthylène PFA = perfluoroalcoylalcane PVC = polychlorure de vinyle Valeur(s) type(s).														
b															
c	<table><tr><th>Fréquence MHz</th><th>tan δ2</th></tr><tr><td>1</td><td>1×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10¹</td><td>1,5×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10²</td><td>2,5×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10³</td><td>4,3×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10⁴</td><td>2×10⁻⁴</td></tr></table>	Fréquence MHz	tan δ2	1	1×10 ⁻⁴	10 ¹	1,5×10 ⁻⁴	10 ²	2,5×10 ⁻⁴	10 ³	4,3×10 ⁻⁴	10 ⁴	2×10 ⁻⁴		
Fréquence MHz	tan δ2														
1	1×10 ⁻⁴														
10 ¹	1,5×10 ⁻⁴														
10 ²	2,5×10 ⁻⁴														
10 ³	4,3×10 ⁻⁴														
10 ⁴	2×10 ⁻⁴														
d	85 °C: matériau haute densité. 80 °C: matériau d'une autre densité.														
e	A l'étude														
f															
g	<table><tr><th>Fréquence MHz</th><th>tan δ2</th></tr><tr><td>1</td><td>4×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10¹</td><td>4×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10²</td><td>8×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10³</td><td>10×10⁻⁴</td></tr><tr><td>2×10³</td><td>10×10⁻⁴</td></tr><tr><td>10⁴</td><td>7×10⁻⁴</td></tr></table>	Fréquence MHz	tan δ2	1	4×10 ⁻⁴	10 ¹	4×10 ⁻⁴	10 ²	8×10 ⁻⁴	10 ³	10×10 ⁻⁴	2×10 ³	10×10 ⁻⁴	10 ⁴	7×10 ⁻⁴
Fréquence MHz	tan δ2														
1	4×10 ⁻⁴														
10 ¹	4×10 ⁻⁴														
10 ²	8×10 ⁻⁴														
10 ³	10×10 ⁻⁴														
2×10 ³	10×10 ⁻⁴														
10 ⁴	7×10 ⁻⁴														
	Seulement dans le cas de conducteurs extérieurs et intérieurs argentés.														

4.2 Tableaux des constantes des matériaux concernant les conducteurs

Les constantes des matériaux en ce qui concerne les conducteurs sont donnés dans les Tableaux 4 à 7.

Tableau 4 – Conductivité (à 20 °C) et masse volumique

Conducteur	Symboles	Unité	Valeur	Symboles	Unité	Valeur
Cuivre	χ_1, χ_3, χ_6	m/Ωmm ²	58	$\gamma_1, \gamma_3, \gamma_6$	g/cm ³	8,9
Aluminium			35			2,7
Etain			8,3			7,3
Argent			61			10,5
Acier plaqué cuivre 30 %			17,4 ^a			8,15
Acier plaqué cuivre 40 %			23,2 ^a			8,20

^a Pour le calcul de la résistance en courant continu uniquement.

Tableau 5 – Coefficient de recouvrement ^a

Conducteur	Symbole	Valeur
Fil de cuivre nu		1
Fil de cuivre argenté		1
Fil de cuivre étamé	k_{1c} et k_{3c}	Tableau 6
Fil d'acier plaqué cuivre		Tableau 7

^a Résistance à fréquence radioélectrique du fil recouvert par rapport au fil de cuivre nu, dépendant de la fréquence et de l'épaisseur du revêtement

Tableau 6 – Fil de cuivre étamé

$h_1 \sqrt{f}$ ou $h_3 \sqrt{f}$	k_{1c} ou k_{3c}
0,01	1,01
0,02	1,03
0,03	1,06
0,04	1,11
0,06	1,25
0,08	1,44
0,10	1,67
0,12	1,91
0,15	2,24
0,18	2,46
0,20	2,60
≥0,25	2,70

Tableau 7 – Fil d'acier plaqué cuivre

$h_1 \sqrt{f}$	k_{1c}^a
0,005	11,04
0,010	6,06
0,015	4,16
0,020	3,17
0,025	2,57
0,030	2,16
0,035	1,87
0,040	1,65
0,050	1,35
0,060	1,16
0,070	1,04
0,080	1,00
^a Suppositions relatives à l'acier: $\chi = 8 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. Perméabilité relative, $\mu_r = 200$.	

4.3 Constantes de construction

4.3.1 Tableau des constantes de construction concernant le conducteur intérieur

Les constantes de construction en ce qui concerne le conducteur intérieur sont données dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Constantes de construction en ce qui concerne le conducteur intérieur

Symbole	Désignation	Valeur par rapport au nombre de torons N_1			
		1	7	12	19
k_{1r}	Coefficient de toronnage pour la résistance en courant continu et le poids	1,00	1,03	1,03	1,03
k_{1a}	Coefficient de câblage pour l'affaiblissement	1,00	1,25	1,25	1,25
k_{1z}	Coefficient du diamètre effectif	1,00	0,94	0,96	0,98
k_{1d}	Rapport entre le diamètre global et le diamètre des fils individuels	1,00	3,02	4,16	5,00
k_2	Coefficient de gradient de potentiel	1,00	0,90	0,90	0,90

4.3.2 Tableau des constantes de construction concernant les écrans et conducteurs extérieurs sous tresse

Les constantes de construction en ce qui concerne les conducteurs extérieurs sous tresse et les écrans sont données dans le Tableau 9.

**Tableau 9 – Constantes de construction en ce qui concerne
les conducteurs extérieurs sous tresse et les écrans**

Angle de tresse $\beta_3; \beta_6$	$\frac{L_3}{D_{3m}}; \frac{L_6}{D_{6m}}$	$k_{3r}; k_{6r}$
20°	8,63	1,06
25°	6,74	1,10
30°	5,44	1,15
35°	4,49	1,22
40°	3,74	1,30
45°	3,14	1,41
Définitions: $k_{3r} = \sqrt{1 + (\pi \cdot D_{3m}/L_3)^2} = \frac{1}{\cos \beta_3}$ $k_{6r} = \sqrt{1 + (\pi \cdot D_{6m}/L_6)^2} = \frac{1}{\cos \beta_6}$		

4.4 Tableau des dimensions du fil de tresse du conducteur extérieur et de l'écran

Les dimensions du fil de tresse du conducteur extérieur et de l'écran sont données dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Dimensions du fil de tresse du conducteur extérieur et de l'écran

Diamètre extérieur nominal du diélectrique (D_2) mm	Diamètre nominal du fil de tresse (d_3, d_6) mm	
	Tresse simple	Tresse double
0,87 et 1,5	0,09–0,11	–
2,95, 3,7, 4,8 et 6,4	0,13–0,15	0,13–0,15
7,25, 9,8 et 11,5	0,18–0,20	0,16–0,18
17,3	0,24–0,26	0,18–0,20

4.5 Coefficients d'affaiblissement

Des exemples de coefficients d'affaiblissement afin de calculer l'affaiblissement sont donnés dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Coefficients concernant le calcul de l'affaiblissement – exemples

Symbole	Désignation	Caractéristique	Valeur
k_{1a}	Affaiblissement dû au conducteur intérieur	Fil massif Toron	1,0 1,25
k_{1c}		Fils de cuivre étamé Fil d'acier plaqué cuivre	Voir Tableau 6 Voir Tableau 7
k_{3a}	Affaiblissement dû au conducteur extérieur	Conducteur extérieur tubulaire Conducteur extérieur sous tresse	1,0 2,0 ^a
k_{3c}		Fils sous tresse de cuivre étamé	Voir Tableau 6
^a Approximation grossière (en l'absence d'une théorie fiable).			

4.6 Puissance d'entrée maximale admissible

Voir la Figure 1 concernant le calcul de la puissance d'entrée maximale admissible en fonction de la constante de dissipation thermique avec l'air ambiant.

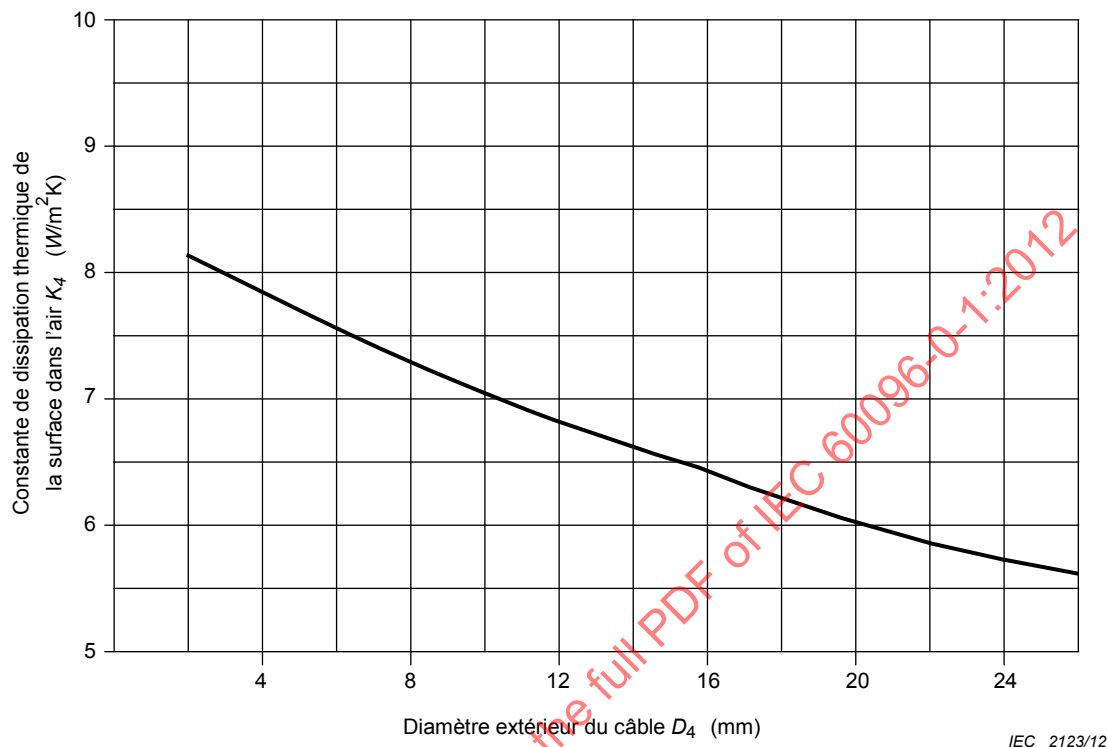


Figure 1 – Graphique de calcul de la puissance d'entrée maximale admissible

Une description plus détaillée concernant la puissance maximale de dissipation admissible par rapport à la température ambiante est donnée en 7.4.

5 Valeurs de référence de l'impédance caractéristique et du diamètre extérieur du diélectrique

5.1 Impédance caractéristique nominale des câbles coaxiaux

Toutes les impédances spécifiées dans cet article sont définies à une fréquence de 200 MHz et à la température de référence de 20 °C.

Les valeurs de référence de l'impédance caractéristique nominale sont:

- a) 50 Ω ;
- b) 93 Ω ;
- c) 75 Ω .

5.2 Diamètres nominaux sur diélectrique des câbles coaxiaux

Les diamètres nominaux D_2 sur le diélectrique et les tolérances associées sont donnés dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Diamètres nominaux D_2 sur le diélectrique et tolérances associées

Diélectrique	Impédance		Diamètre sur diélectrique			
	Ω		Millimètres		Inches ^a	
	Valeur assignée	Tolérance $\pm$	Valeur assignée	Tolérance $\pm$	Valeur assignée	Tolérance $\pm$
Polyéthylène massif	50	2,0	1,50	0,10	0,060	0,004
			2,95	0,13	0,116	0,005
			3,70	0,15	0,146	0,006
			4,80	0,20	0,189	0,008
			6,40	0,20	0,252	0,008
			7,25	0,25	0,285	0,010
		1,0 ^b	7,25	0,15	0,285	0,006
		2,0	11,50	0,30	0,453	0,012
			17,30	0,40	0,680	0,016
			23,70	0,30	0,933	0,012
	75	3,0	1,50	0,10	0,060	0,004
			2,95	0,13	0,116	0,005
			3,70	0,13	0,146	0,005
		1,5 ^b	3,70	0,10	0,146	0,004
		3,0	4,80	0,20	0,189	0,008
			7,25	0,25	0,285	0,010
		1,5 ^b	7,25	0,15	0,285	0,006
		3,0	17,30	0,40	0,680	0,016
Polyéthylène cellulaire	50	5,0	1,50	0,10	0,060	0,004
			2,30	0,10	0,090	0,004
			2,95	0,13	0,116	0,005
		4,0	4,80	0,20	0,189	0,008
			5,85	0,20	0,230	0,008
			6,25	0,20	0,246	0,008
	75	5,0	7,25	0,25	0,285	0,010
			3,70	0,15	0,146	0,005
			4,80	0,20	0,189	0,008
			7,25	0,25	0,285	0,010

^a Pour information seulement.

^b Câbles avec tolérances serrées.