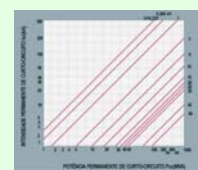
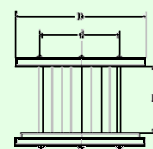
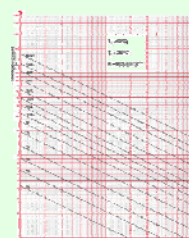


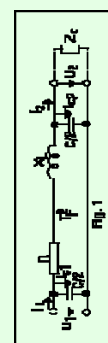
TABELAS TÉCNICAS CONDUTORES ELÉCTRICOS

ÍNDICE

Ref.	Tabelas Técnicas	Pag.
15.1	Intensidades Máximas Admissíveis	15.01
	- BT - PVC – CU	15.01
	- BT - XLPE – CU	15.02
	- BT - EPR – CU	15.03
	- BT - PVC – AL	15.04
	- BT - XLPE - AL	15.05
	- MT – Mono / Tripolares – CU / AL	15.06
15.2	Código de Cores	15.07
	- Cabos Rígidos / Multifilares, de Potência e Sinalização	15.07
	- Cabos Flexíveis, de Potência e Sinalização	15.07
	- Cabos Datax Par e Data Cel Par	15.07
	- Cabos segundo as Normas DIN 47.100	15.08
	- Alteração na identificação dos condutores isolados	15.08
15.3	Ponderação de Almas	15.09
15.4	Esforços de Tração Máxima Admissível	15.10
15.5	Comportamento ao Fogo	15.11
15.6	Raios Mínimos de Curvatura dos Cabos Rígidos BT e MT	15.13
15.7	Designação Harmonizada	15.14
15.8	Capacidade das Bobines	15.17
15.9	Composição Filástica	15.18
15.10	Factores de Conversão	15.22
15.11	Condições de Instalação de Cabos	15.23
15.12	Características dos Materiais Isolantes	15.27
	Dimensionamentos de Cabos	15.29
	- Cálculo de Intensidade de Corrente	15.29
	- Dimensionamento de um condutor	15.30
15.13	- Cálculo da Queda de Tensão	15.31
	Curto Circuitos	15.35
15.14	Correntes de Motores	15.41
15.15	Nomenclatura	15.42
15.16	Normas	15.43



$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$



Temos à disposição dos nossos clientes:

CATÁLOGO DE CONDUTORES ELÉCTRICOS

- Energia
- Telecomunicações
- Especiais

www.eurocabos.pt

15.1
 - INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

TABELAS	CONTEÚDO
I	BT – CU – PVC - Cabos VV e VAV
II	BT – CU – XLPE – Cabos XV e XAV
III	BT – CU – EPR
IV	BT – AL – PVC – Cabos LVV e LSVV
V	BT – AL – XLPE – Cabos LXV e LXSXV
VI	MT – Monopolares / Tripolares – CU / AL - PEX

Tabela I - (BT-CU-PVC)

Características Eléctricas dos Cabos: VV, VAV

Baixa Tensão – Condutor em Cobre - Revestimento em PVC

Secção Nominal mm ²	1 Condutor			2 Condutores (5)			3, 4 e 4+T Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$ (4)	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$
0,5	-	12	-	-	10	-	-	9	-
0,75	-	15	-	-	13,5	-	-	12	-
1	-	18	-	-	14,5	34,800	-	13	30,100
1,5	34	23	20,200	30	19	23,300	25	17	20,200
2,5	45	31	12,400	40	26	14,300	35	24	12,400
4	60	42	7,770	50	35	8,940	45	31	7,740
6	75	52	5,220	65	44	6,000	60	42	5,190
10	105	74	3,140	90	61	3,600	80	57	3,120
16	135	96	2,020	120	83	2,300	110	79	1,990
25	180	127	1,310	155	110	1,480	135	96	1,280
35	225	158	0,963	185	132	1,080	165	114	0,946
50	260	184	0,734	220	158	0,822	190	132	0,718
70	345	242	0,533	280	198	0,589	245	171	0,520
95	410	290	0,406	335	237	0,443	295	206	0,393
120	485	343	0,340	380	268	0,368	340	237	0,326
150	550	387	0,299	435	308	0,313	390	272	0,279
185	630	444	0,250	490	343	0,265	445	312	0,238
240	740	523	0,210	570	400	0,218	515	360	0,198
300	855	602	0,183	640	448	0,188	590	413	0,172
400	1015	721	0,160	760	536	0,164	700	492	0,150
500	1170	822	0,140	-	-	-	-	-	-

- (1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.
- (2) - Temperatura do solo de 20°C.
- (3) - Temperatura ambiente de 30°C.
- (4) - As quedas de tensão são indicadas para canalização trifásica.
- (5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para canalização monofásica.
- (6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

Para um número superior de condutores aplicar aos valores da coluna "2 condutores", os seguintes coeficientes de redução.

Nº Condutores	6 e 7	8 e 9	10 e 11	12 e 13	14 a 16	17 a 20	20 a 24	24 a 28	> 28
Coef. Red.	0,70	0,63	0,60	0,56	0,53	0,50	0,45	0,43	0,40

15.1
 - INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
 (cont.)

Tabela II - (BT-CU-XLPE)
Características Eléctricas dos Cabos: XV, XAV
Baixa Tensão – Condutor em Cobre - Revestimento em XLPE

Secção Nominal mm ²	1 Condutor			2 Condutores (5)			3, 4 e 4+T Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$ (4)	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$
1	-	24	32,100	-	20	37,000	-	18	32,000
1,5	48	32	21,500	32	26	24,800	30	24	21,400
2,5	63	43	13,200	43	35	15,200	40	32	13,100
4	82	57	-8,270	55	45	9,510	52	42	8,240
6	103	72	5,600	68	58	6,380	64	53	5,530
10	137	99	3,340	90	80	3,830	86	73	3,310
16	177	131	2,140	115	105	2,440	111	96	2,110
25	229	177	1,360	149	143	1,570	143	130	1,350
35	275	218	1,020	178	176	1,150	173	160	1,010
50	327	266	0,776	211	215	0,870	205	195	0,774
70	402	338	0,562	259	270	0,623	252	247	0,559
95	482	416	0,427	310	335	0,469	303	305	0,425
120	550	487	0,356	352	390	0,387	346	355	0,353
150	618	559	0,306	396	447	0,329	390	407	0,303
185	701	648	0,261	449	514	0,227	441	469	0,259
240	819	779	0,218	521	610	0,228	511	551	0,215
300	931	902	0,189	-	-	-	-	-	-
400	1073	1100	0,165	-	-	-	-	-	-
500	1223	1246	0,144	-	-	-	-	-	-

- (1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.
- (2) - Temperatura do solo de 20°C.
- (3) - Temperatura ambiente de 30°C.
- (4) - As quedas de tensão são indicadas para canalização trifásica.
- (5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para canalização monofásica.
- (6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

Para um número superior de condutores aplicar aos valores da coluna "2 condutores", os seguintes coeficientes de redução.

Nº Condutores	5 e 6	7 e 8	9 e 10	11 e 12	13 a 16	17 a 20	20 a 24	24 a 28	> 28
Coef. Red.	0,70	0,62	0,59	0,55	0,51	0,48	0,43	0,41	0,37

15.1
 - INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
 (cont.)

Tabela III - (BT-CU-EPR)

Baixa Tensão – Condutor em Cobre - Revestimento em EPR

Secção Nominal mm ²	1 Condutor		2 Condutores		3,4 e 4+T Condutores	
	Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$
1,5	24	24	21	28	19	26,0
2,5	33	14	28	17	26	15,5
4	45	9,0	39	10	34	9,5
6	58	6,0	48	6,9	46	6,45
10	80	3,5	67	3,8	63	3,65
16	107	2,2	91	2,5	87	2,35
25	142	1,5	121	1,70	106	1,6
35	175	1,1	145	1,28	125	1,15
50	212	0,77	174	0,872	145	0,80
70	270	0,57	218	0,64	188	0,61
95	327	0,46	261	0,520	227	0,48
120	379	0,38	295	0,728	261	0,40
150	435	0,32	229	0,363	299	0,34
185	496	0,28	377	0,325	343	0,29
240	584	0,23	440	0,258	396	0,24
300	665	0,20	493	0,228	454	0,21

Para um número superior de condutores aplicar aos valores da coluna " 2 condutores", os seguintes coeficientes de redução.

Nº Condutores	5 e 6	7 e 8	9 e 10	11 e 12	13 a 16	17 a 20	20 a 24	24 a 28	> 28
Coef. Red.	0,70	0,62	0,59	0,55	0,51	0,48	0,43	0,41	0,37

15.1
- INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
(cont.)

Tabela IV (BT-AL-PVC)

Características Eléctricas dos Cabos: LVV e LSVV
Baixa Tensão – Condutor em Alumínio - Revestimento em PVC

Secção Nominal mm ²	1 Condutor			2 Condutores (5)			3, 4 e 4+T Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ $\cos \phi = 0,8$ (4)	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ $\cos \phi = 0,8$	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ $\cos \phi = 0,8$
16	110	80	3,300	95	67	3,760	90	62	3,280
25	145	102	2,110	125	89	2,390	110	80	2,090
35	180	129	1,550	150	107	1,750	130	93	1,530
50	210	151	1,180	175	129	0,310	150	107	1,150
70	275	196	0,834	225	160	0,927	195	138	0,821
95	330	236	0,626	270	191	0,687	235	169	0,614
120	390	276	0,512	305	218	0,558	270	191	0,502
150	440	311	0,432	350	249	0,467	310	222	0,424
185	505	360	0,363	390	276	0,387	355	254	0,354
240	590	423	0,296	455	325	0,312	410	294	0,288
280	640	463	0,273	-	-	-	-	-	-
300	685	490	0,253	510	365	0,263	470	334	0,245
380	780	561	0,219	-	-	-	-	-	-
400	810	583	0,215	610	436	0,236	560	401	0,204
480	910	650	0,190	-	-	-	-	-	-
500	935	668	0,185	-	-	-	-	-	-
600	1050	748	0,169	-	-	-	-	-	-
630	1080	774	0,161	-	-	-	-	-	-
740	1190	854	0,149	-	-	-	-	-	-

- (1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.
 (2) - Temperatura do solo de 20°C.
 (3) - Temperatura ambiente de 30°C.
 (4) - As quedas de tensão são indicadas para canalização trifásica.
 (5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para canalização monofásica.
 (6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

15.1
 - INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
 (cont.)

Tabela V (BT-AL-XLPE)
 Características Eléctricas dos Cabos: LXV e LSXV (a)
 Baixa Tensão – Condutor em Alumínio - Revestimento em XLPE

Secção Nominal mm ²	1 Condutor			2 Condutores (5)			3, 4 e 4+T Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$ (4)	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U=V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$
16	-	105	3,500	104	91	4,000	87	79	3,490
25	180	135	2,240	133	108	2,550	110	98	2,230
35	215	166	1,650	160	135	1,860	134	122	1,630
50	257	205	1,290	188	164	1,390	160	149	1,220
70	315	260	0,883	233	211	0,984	197	192	0,870
95	377	321	0,662	275	257	0,728	234	235	0,651
120	430	375	0,540	314	300	0,590	266	273	0,530
150	482	432	0,455	359	346	0,494	300	316	0,447
185	545	500	0,381	398	397	0,371	337	363	0,372
240	640	603	0,315	458	470	0,328	388	430	0,303
280	690	658	0,285	-	-	-	-	-	-
300	725	697	0,271	520	543	0,293	440	497	0,248
380	820	810	0,228	-	-	-	-	-	-
400	835	829	0,224	-	-	-	-	-	-
480	922	936	0,197	-	-	-	-	-	-
500	950	963	0,191	-	-	-	-	-	-
600	1005	1015	0,174	-	-	-	-	-	-
630	1035	1050	0,160	-	-	-	-	-	-
740	1150	1175	0,138	-	-	-	-	-	-

- (1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.
 (2) - Temperatura do solo de 20°C.
 (3) - Temperatura ambiente de 30°C.
 (4) - As quedas de tensão são indicadas para canalização trifásica.
 (5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para canalização monofásica.
 (6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

(a) Para os cabos tipo **LXS** as Intensidades Máximas Admissíveis ao ar livre são as mesmas que constam da Tabela V.

15.1
 - INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
 (cont.)

TABELA VI (MT-CU/AL-PEX-MONO/TRI)
Intensidades Máximas Admissíveis em Regime Permanente

**Cabos Monopolares e Tripolares de Média Tensão com almas em CU e AL
 Isolamento em PEX**

Cabos MONOPOLARES Média Tensão com almas em CU e AL Isolamento em PEX Intensidades Máximas Admissíveis					Cabos TRIPOLARES Média Tensão com almas em CU e AL Isolamento em PEX Intensidades Máximas Admissíveis				
Secção Nominal mm ²	Instalação Subterrânea		Instalação ao Ar Livre		Secção Nominal mm ²	Instalação Subterrânea		Instalação ao Ar Livre	
	AL (A)	CU (A)	AL (A)	CU (A)		AL (A)	CU (A)	AL (A)	CU (A)
35	150	190	25	200	25	-	165	-	160
50	180	230	35	240	35	-	200	-	195
70	220	270	50	300	50	180	235	175	230
95	260	330	70	360	70	225	285	220	280
120	300	380	95	430	95	270	345	265	345
150	330	430	120	490	120	305	390	305	395
185	380	480	150	570	150	340	435	345	450
240	440	560	185	670	185	385	490	395	310
300	490	630	240	760	240	445	570	470	600
400	570	720	690	890	NOTA IMPORTANTE: - Temperatura Máxima ao ar livre, 30° C - Temperatura Máxima do solo, 20° C.				
500	650	820	810	1020					
630	750	930	950	1180					
800	840	1030	1090	1340					
1000	950	1150	1250	1510					

NOTA IMPORTANTE: As intensidades são indicadas para uma canalização trifásica, 3 cabos em trevo juntivo.
 - Temperatura máxima ao ar livre, 30°C.
 - Temperatura máxima do solo, 20°C.

TABELAS	CONTEÚDO
I	Cabos Rígidos / Multifilares, de Potência e Sinalização
II	Cabos Flexíveis, de Potência e Sinalização
III	Cabos Datax Par e Data Cel Par
IV	Cabos segundo as Normas DIN 47.100
V	Alteração na identificação dos condutores isolados

TABELA I
Cabos Rígidos / Multifilares, de Potência e Sinalização

Nº Condutores	Com condutor de Protecção	Sem Condutor de Protecção
2	---	Azul
	---	Preto
3	Amarelo-Verde	Azul
	Preto	Castanho
	Azul	Preto
4	Amarelo-Verde	Azul
	Preto	Castanho
	Cinzento	Preto
	Castanho	Cinzento
5	Amarelo-Verde	Preto -Amarelo
	Preto	-
	Castanho	-
	Cinzento	-
	Amarelo-Verde	Preto numerado
6	Preto numerado e Amarelo-Verde	Preto-Vermelho

TABELA II
Cabos Flexíveis, de Potência e Sinalização

Nº Condutores	Cores
2	Azul / Castanho
3	Azul / Castanho / Amarelo-Verde
4	Castanho / Preto / Amarelo-Verde / Cinza
5	Azul / Castanho / Preto / Amarelo-Verde / Cinza
6 ou mais	Preto numerado / Amarelo-Verde

TABELA III
Cabos Datax Par e Data Cel Par

Nº Pares	Cores	Nº Pares	Cores
1	Preto-Vermelho	7	Preto-Laranja
2	Preto-Branco	8	Vermelho-Branco
3	Preto-Verde	8	Vermelho-Verde
4	Preto-Azul	10	Vermelho-Azul
5	Preto-Amarelo	11	Vermelho-Amarelo
6	Preto-Castanho	12	Vermelho-Castanho

TABELA IV
Cabos segundo as Normas DIN 47.100

Nº Condutores	Cores	Nº Condutores	Cores
1	Branco	14	Castanho-Verde
2	Castanho	15	Branco-Amarelo
3	Verde	16	Amarelo-Castanho
4	Amarelo	17	Branco-Cinzento
5	Cinzento	18	Cinzento-Castanho
6	Rosa	19	Branco-Rosa
7	Azul	20	Rosa-Castanho
8	Vermelho	21	Branco-Azul
9	Preto	22	Castanho-Azul
10	Violeta	23	Branco-Vermelho
11	Cinzento-Rosa	24	Castanho-Vermelho
12	Vermelho-Azul	25	Branco-Preto
13	Branco-Verde	-----	-----

TABELA V
Alteração na identificação dos condutores isolados

A aplicação da nova edição do documento CENELEC HD 308 implicou alterações nas cores dos isolamentos dos cabos de baixa tensão.

No quadro seguinte consta a correspondência entre os antigos e os novos códigos de cores:

Nº Condutores	ANTIGO	NOVO
2x	Az / Pt	Ct / Az
3x	Az / Pt / Ct	Ct / Pt / Cz
3G	Az / Pt / AmVd	Ct / Az / AmVd
3,5x	Az / Pt / Pt / Ct	Ct / Pt / Cz / Az
4x	Az / Pt / Pt / Ct	Ct / Pt / Cz / Az
4G	Az / Pt / Ct / AmVd	Ct / Pt / Cz / AmVd
5x	Az / Pt / Pt / Pt / Ct	Ct / Pt / Cz / Pt / Az
5G	Az / Pt / Pt / Ct / AmVd	Ct / Pt / Cz / AmVd / Az

CABOS E CORDÕES FLEXÍVEIS – Cor dos condutores isolados e respectiva ordem sequencial

Composição/ Número de condutores isolados	Código de cores actual				Novo código de cores (HD 308.52)	
	Condutores rígidos		Condutores flexíveis		Condutores rígidos e flexíveis	
	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A
2						
3						
4						
5						

Nota: Nas situações previstas com duas configurações dá-se preferência à configuração com condutor de isolamento cinzento.

Nota: A implementação destas alterações implicará uma correcção gradual nos condutores eléctricos, sendo de momento permitida a utilização de ambos os códigos.

15.3
 - PONDERAÇÃO DE ALMAS

Ponderação de Almas				
Secção mm ²	Cobre		Alumínio	
	kg / km	metro / kg	kg / km	metro / kg
0,20	1,74	574,00	-----	-----
0,30	2,61	383,00	-----	-----
0,50	4,35	230,00	-----	-----
0,75	6,52	153,00	-----	-----
1,00	8,70	115,00	-----	-----
1,50	13,0	77,00	-----	-----
2,50	21,0	47,60	-----	-----
4,00	34,8	28,70	-----	-----
6,00	51,5	19,10	-----	-----
10,00	86,0	11,50	26,00	38,50
16,00	137,0	7,30	43,00	23,20
25,00	215,0	4,70	66,00	15,10
35,00	298,0	3,35	90,00	11,10
50,00	404,0	2,44	120,00	8,33
70,00	584,0	1,71	176,00	5,68
95,00	808,0	1,24	240,00	4,16
120,00	1.020,0	1,00	306,00	3,26
150,00	1.260,0	0,79	380,00	2,63
185,00	1.576,0	0,64	470,00	2,13
240,00	2.070,0	0,48	610,00	1,64
300,00	2.610,0	0,38	760,00	1,32

NOTA: Os valores indicados são aproximados, variam de fabricante para fabricante bem como são função da condutividade dos metais cobre e alumínio

15.4
- ESFORÇOS DE TRACÇÃO
MÁXIMOS ADMISSÍVEIS NOS CABOS

Tipo de Cabo	Modo de Aplicação do esforço	Esforço de tracção admissível por mm ² do metal condutor da N
Esforço Admissível durante a colocação dos Cabos Rígidos		
Cabos BT de secção ≤ 4 mm ²	Sobre o conjunto dos condutores do cabo, agrupados sob o mesmo aparelho de tracção. O esforço deverá ser aplicado aos vários revestimentos e bainhas.	1 a 10 condutores: 7 11 a 20 condutores: 6 > 20 condutores: 5
Cabos BT e MT isolados a PEBD ou PEX	Sobre a alma condutora, por meio de um aparelho de tracção apropriado, munido de um dinamómetro. É desaconselhável o uso exclusivo de mangas de tracção.	- cabos de alumínio: 3 - cabos de cobre: 5
Cabos MT e AT isolados a papel impregnado		3
Cabos AT isolados a PEBD ou PEX		- cabos de alumínio: 6 - cabos de cobre: 8
Esforço Admissível durante o Funcionamento, em Engenhos Móveis, para os Cabos especialmente concebidos para essa aplicação		
Cabos Flexíveis BT e MT	O esforço de tracção deve ser aplicado de maneira uniforme ao conjunto dos elementos do cabo, em particular as almas condutoras e os revestimentos exteriores. Com este fim, as mangas e braçadeiras autoblocantes deverão ser aplicados em pontos fixos.	2

- COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES E CABOS ELÉCTRICOS NA PRESENÇA DO FOGO

O comportamento dos condutores e cabos eléctricos, na presença do fogo, tem uma importância particular, nomeadamente em virtude da concentração urbana e de desenvolvimento industrial actual. Esta evolução traduz-se, com efeito, pela realização de grandes complexos habitacionais, hospitalares e industriais, por vezes com alturas significativas, nos quais um incêndio pode tomar rapidamente proporções consideráveis e provocar gravíssimas consequências.

Sendo difícil a prevenção total contra os riscos de incêndio, é necessário que, a construção destes complexos habitacionais e industriais, assim como, a escolha dos equipamentos a instalar sejam realizadas de modo a:

- Minimizar a extensão do sinistro e dos estragos que ele provoca;
- Facilitar a intervenção dos meios de combate a incêndios e de evacuação dos locais;
- Assegurar, em certos casos, a manutenção dos serviços de importância vital.

No que diz respeito às canalizações eléctricas que geralmente ocupam um lugar importante nas construções consideradas, estes resultados serão obtidos pela escolha:

- Da(s) especificação(ões) dos condutores e cabos, de maneira a assegurar as características de comportamento na presença do fogo e/ou fumos libertados que em cada caso venham a ser exigidas;
- Das condições de instalação.

Classificação dos Cabos segundo o seu comportamento na presença do Fogo

Neste domínio e de acordo com as várias características de comportamento quando expostos ao fogo, os cabos são classificados do seguinte modo:

a) Cabos sem características específicas quanto ao seu comportamento ao fogo

Tratam-se de cabos que na sua concepção não é definida qualquer característica especial quer de não propagação quer de resistência ao fogo.

Não definido qualquer tipo de ensaio neste âmbito.

b) Cabos não propagadores de fogo

Neste âmbito tratam-se os cabos que apresentam um comportamento retardante à chama e ao fogo, isto é, de não propagação para além de uma determinada distância do ponto de ataque da chama.

c) Cabos resistentes ao fogo

A qualidade de resistência ao fogo aplica-se aos cabos que apresentam a propriedade de continuarem a assegurar o seu serviço, durante um tempo limitado quando sujeitos a incêndio.

d) Características dos fumos libertados na combustão

Podemos citar algumas características a que devem satisfazer os fumos libertados durante a sua combustão:

- Opacidade
- Corrosividade
- Toxicidade

e) Compostos à base de halogéneos

Aos compostos à base de halogéneos – cloro, flúor, bromo, etc – está associada a eventual e perigosa capacidade dos fumos libertados na sua combustão libertarem gases ácidos, quando estão em contacto com a humidade atmosférica ou água.

Tornam-se assim fumos corrosivos habitualmente designados por chuvas ácidas quando se precipitam sobre a terra.

Todos esses tipos de comportamento e características dos cabos na presença do fogo, estão sintetizados na tabela seguinte, onde se reproduz a simbologia associada e as normas que suportam os ensaios de verificação das mesmas.

- COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES
E CABOS ELÉTRICOS NA PRESENÇA DO FOGO
(cont.)

Tabela de Comportamento ao Fogo de Cabos Eléctricos

Características	Comportamento	Simbologia	Normas		
			EN / HD	IEC	UNE
Propagação do fogo	Retardante à chama	-	EN 50265-1 EN 50265-2-1	IEC 60332-1 Ed.3	UNE-EN 50265-1 UNE-EN 50265-2-1
	Retardante ao fogo	frt (fire Retardant)	EN 50266-2-1	IEC 60332-3-10 Ed.1.0 IEC 60332-3-21 25 Ed.1.0	UNE 20-432 Parte 3b)
Resistência ao fogo	Resistente ao fogo	frs (fire Resistant)	EN 50266-2-4	IEC 60331-11 Ed.1.0 IEC 60331-21 Ed.1.0 a)	UNE 20-431 c)
Opacidade dos fumos	Baixa opacidade (densidade) dos fumos libertados	ls (Low Smoke)	EN 50268-1 EN 50268-2	IEC 61034-1 Ed.2.0 IEC 61034-2 Ed.2.0	UNE-EN 50268-1 UNE-EN 50268-2
Toxidade	Baixa quantidade de gases tóxicos dos fumos libertados	lt (Low Toxicity)	a)	b)	c)
Corrosividade (Acidez dos fumos libertados)	Baixa quantidade de halogéneos Grau de acidez dos gases desprendidos na combustão (pH e condutividade)	la (Low Acid)	EN 50267-1 EN 50267-2-1	IEC 60754-1 Ed.2.0	UNE-EN 50267-1 UNE-EN 50267-2-1
			EN 50267-1 EN 50267-2-2	IEC 60754 Ed.1.0	UNE-EN 50267-1 UNE-EN 50267-2-2
	Grau de acidez dos gases desprendidos na combustão (média ponderada pH e condutividade)		EN 50267-1 EN 50267-2-3	----	UNE-EN 50267-1 UNE-EN 50267-2-3

Notas:

- a) Só BT (0,6/1kV).
- b) Em fase de substituição pela UNE-EN266-2-4.
- c) Não existe normalização. Está em preparação.

15.6

 - RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA
DOS CABOS RÍGIDOS BT E MT

Os quadros seguintes indicam os raios de curvatura mínimos que poderão ser aplicados aos condutores e cabos em permanência, após a colocação nas condições normais de temperatura ambiente:

15.6.1 - Raio de Curvatura dos Cabos Rígidos BT

(d = diâmetro exterior do cabo)

Tipo de Cabo	1 Condutor	2 a 5 Condutores
Cabos Armados	18 d	12 d
Cabos não Armados	15 d	12 d
Cabos com bainha de chumbo	(2)	20 d
Cabos com armadura em fios de aço	(2)	20 d
Cabos em troçada	(2)	12 d (1)

(1) Diâmetro aparente do feixe

(2) Cabos fora da gama normal de fabrico

15.6.2 - Raios mínimos de Curvatura dos Cabos Rígidos MT e AT

(d = diâmetro exterior do cabo)

Tipo de Cabo	1 Condutor	3 Condutores
Média Tensão Isolante seco PEDB ou PEX Isolado a papel impregnado	26 d 30 d	16 d 20 d
Alta tensão Isolante seco PEDB ou PEX	20 d	

**- DESIGNAÇÕES HARMONIZADAS
DOS CONDUTORES E CABOS ELÉTRICOS****Introdução**

O Sistema de Designação dos Condutores Isolados e Cabos Eléctricos é regido pela Norma Portuguesa NP-236 (1984). Esta norma resulta da tradução do Documento de Harmonização HD 361 e substitui a NP - 665 no que se refere a condutores isolados e cabos contemplados nas publicações NP - 2356 e NP - 2357. Refira-se igualmente que na sua versão original, aquele documento tem por finalidade definir e uniformizar o sistema de designação dos condutores isolados e cabos em todos os países da U.E.. Em conformidade com a referida Norma Portuguesa NP - 2361 (HD 361) a designação de um condutor isolado ou cabo é constituída por três partes, nomeadamente:

PARTE I

Em que se faz a correspondência com a norma a que obedece o condutor isolado ou cabo e onde consta igualmente o valor nominal da tensão U.

PARTE II

Explica-se a construção do condutor isolado ou cabo.

- Estas duas primeiras partes constituem a designação do " tipo de cabo " .

PARTE III

Que se escreve somente quando é necessário fornecer informações específicas quanto ao número e secção dos condutores.

Parte I**Correspondência com Normas**

Utilizam-se três símbolos, respectivamente:

- **H** - Quando os condutores isolados ou cabos são do "Tipo Harmonizado" e estão em conformidade com os Documentos de Harmonização.
- **A** - No caso de serem condutores isolados ou cabos do "Tipo Nacional Reconhecido" mencionados e definidos em suplemento dos documentos de Harmonização.
- **CC-N** (*) - Para condutores isolados ou cabos do "Tipo Nacional" em que a informação completa sobre requisitos de construção só pode ser obtida em Normas Nacionais.

(*) Por exemplo um cabo do "Tipo Nacional" em conformidade com uma Norma Portuguesa teria a sua designação começada por: CC-PT.

Tensão Nominal

Com a inclusão do valor nominal da tensão U na designação do condutor isolado ou cabo, procurou-se dar uma indicação imediata dos limites de tensão para os quais os condutores isolados ou cabos são constituídos da seguinte forma:

03 - indica que os valores nominais das tensões U_0/U não devem exceder 300/300 V

05 - 300/300 V < U_0/U < 300/500 V

07 - 300/500 V < U_0/U < 450/750 V

- DESIGNAÇÕES HARMONIZADAS
DOS CONDUTORES E CABOS ELÉTRICOS
(cont.)

Parte II Construção do condutor isolado ou cabo

Esta parte precede geralmente a Parte I sem qualquer traço de separação. Nela se referenciam por símbolos alfanuméricos os materiais componentes do cabo, numa sequência radial, desde o isolamento até à bainha e incluindo construções especiais, caso existam. Após um traço de separação constará a indicação referente ao material e à forma da alma.

Isolamento e Bainhas não metálicas	
Os símbolos de uso mais frequentes são, respectivamente :	
E	Polietileno
E7	Polipropileno
J	Trança de fibra de vidro
Z1	Composto livre de Halogéneos
N	Policloroprene
P	Papel impregnado
R	Borracha
S	Borracha silicone
V	Policloreto de Vinil
X	Polietileno reticulado

Armadura	
Z2	Armadura em fios de aço
Z3	Armadura em barras de aço
Z4	Armadura em fitas de aço
Z5	Armadura em trança de aço
Y2	Armadura em fios de alumínio
Y3	Armadura em barras de alumínio

Revestimentos metálicos e condutores concêntricos:	
L	Bainha em liga de chumbo sobre o conjunto
L4	Bainha em liga de chumbo sobre os condutores individuais
A2	Bainha de alumínio extrudida
A5	Enfitamento de alumínio
C2	Bainha de cobre
A	Condutor concêntrico em alumínio
C	Condutor concêntrico em cobre
A7	Ecran em alumínio
A8	Ecran individual em alumínio
C4	Ecran em trança de cobre
C5	Ecran individual em trança de cobre
O símbolo repete-se tantas vezes quantas as camadas, à excepção da armadura de fitas de aço Z4 que pressupõem a aplicação de duas fitas.	

Construções Especiais

Não se indicando qualquer símbolo significa que o cabo é de construção circular.

- H** Cabos de construção plana de condutores paralelos separáveis não envolvidos por uma bainha exterior.
- H2** Cabos de construção plana, com condutores paralelos, envolvidos por uma bainha exterior.
- H4** Idêntico a H2 mas com um condutor não isolado.

Não se indicando qualquer símbolo significa que o cabo é de construção circular.

15.7
- DESIGNAÇÕES HARMONIZADAS
DOS CONDUTORES E CABOS ELÉTRICOS
(cont.)

Material

Estes símbolos, quando necessários, devem seguir os símbolos anteriores antecidos de um traço. A ausência de símbolo indica que a alma do condutor é constituída por cobre, neste caso o traço antecede os símbolos indicados em 3.6.

A condutor isolado ou cabo constituído por alma em alumínio. Z alma condutora de material e/ou forma especial

Forma dos condutores

- F** Alma flexível (classe 5)
- H** Alma extra-flexível (classe 6)
- K** Alma flexível para cabo de instalações
- R** Condutores rígidos multifilares (classe 2)
- U** Condutores maciços (classe 1)
- Y** Condutor tinsel

Exemplo:

H-05-V-V-F

H - Cabo Harmonizado

05 - Tensão Nominal $300/300\text{ V} < U_0/U < 300/500\text{ V}$

V - Isolamento em Policloreto de vinilo

V - Bainha em Policloreto de vinilo F - Condutor flexível (classe 5)

PARTE III

Precede a parte anterior sem qualquer traço de separação e só se escreve quando necessário indicar o número e secção dos condutores. O símbolo **X** (vezes) antecede geralmente um número, inteiro ou decimal, que representa a secção.

Quando precede um algarismo, indica o número de vezes que aquele condutor se repete no cabo e que nenhum deles é o condutor de terra.

O símbolo **G** tem o mesmo significado que o símbolo X, à excepção de que indica que um dos condutores tem a coloração do isolamento verde/amarelo

15.8
 - CAPACIDADE DAS BOBINES

Tipo de Bobina	R60	R80	R100	R120	R140	R160	R180	R200	R220
Diâmetro Ext. (D) (cm)	60	80	100	120	140	160	180	20	220
Diâm. Núcleo (d) (cm)	30	40	48	50	70	80	95	11	130
Largura útil (L) (cm)	40	40	51	59	75	90	100	10	112
Peso Apróx. (Kg)	17	28	56	85	154	225	261	40	560

	Diâmetro do Cabo (mm)								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	3096	4147							
	2150	2880							
	1580	2116							
	1210	1620			9917				
	956	1280	2866		7836				
	774	1037	2322		6347	10411			
	640	857	1919		5245	8604			
	538	720	1612	3089	4407	7229			
	458	613	1374	2632	3755	6160	7890		
	395	529	1184	2270	3238	5311	6803	7214	
	344	461	1032	1977	2821	4627	5926	6340	
	302	405	907	1738	2479	4066	5208	5616	
	268	359	803	1539	2196	3602	4613	5010	
	239	320	717	1373	1959	3213	4115	4496	6374
	214	287	643	1232	1758	2883	3693	4058	5721
	194	259	580	1112	1586	2602	3333	3680	5163
	176	235	526	1009	1439	2360	3023	3353	4683
	160	214	480	919	1311	2151	2754	3068	4267
	146	196	439	841	1199	1968	2520	2818	3904
	134	180	403	772	1101	1807	2314	2597	3585
	124	166	371	712	1015	1665	2133	2401	3304
	115	153	343	658	938	1540	1972	2226	3055
	106	142	318	610	870	1428	1829	2070	2833
		132	296	567	809	1327	1700	1930	2634
		123	276	529	754	1237	1585	1803	2455
		115	258	494	705	1156	1481	1649	2294
			242	463	660	1083	1387	1553	2149
			227	434	619	1016	1302	1585	2017
			213	408	582	956	1224	1490	1896
			201	385	549	900	1153	1404	1786
			190	363	518	849	1088	1325	1686
				343	489	803	1028	1252	1593
				325	463	760	974	1185	1506
				308	439	720	923	1124	1430
				292	417	684	876	1067	1357
				278	396	650	833	1014	1290
					359	590	755	920	1170
					327	537	688	838	1066
					299	492	630	767	976
					275	451	578	704	896
					253	416	533	649	826
					234	385	493	600	763
					217	357	457	554	708
					202	331	425	517	658
						309	396	482	613
						289	370	450	573
						270	346	422	537
						254	325	396	504
						239	306	372	474

15.9
 - COMPOSIÇÃO FILÁSTICA AWG

 15.9.1 - Conversão entre Galga AWG e mm²

Conversão entre Galga AWG e mm ²			
Galga AWG	Diâmetro (mm)	Secção (mm ²)	Resistência Ohm/Km
0000	11.684	107.17	0.18
000	10.404	84.97	0.23
00	9.266	67.40	0.29
0	8.253	53.47	0.37
1	7.348	42.38	0.47
2	6.543	33.61	0.57
3	5.827	26.65	0.71
4	5.189	21.14	0.91
5	4.620	16.76	1.12
6	4.415	13.29	1.44
7	3.665	10.54	1.78
8	3.264	8.35	2.36
9	2.906	6.63	2.77
10	2.588	5.26	3.64
11	2.304	4.17	4.44
12	2.052	3.30	5.41
13	1.829	2.63	7.02
14	1.628	2.08	8.79
15	1.450	1.65	11.20
16	1.290	1.30	14.70
17	1.151	1.04	17.80
18	1.024	0.82	23.00
19	0.912	0.65	28.30
20	0.813	0.52	34.50
21	0.724	0.41	44.00
22	0.642	0.323	54.80
23	0.574	0.260	70.10
24	0.510	0.204	89.20
25	0.455	0.160	111
26	0.404	0.128	146
27	0.361	0.100	176
28	0.320	0.080	232
29	0.287	0.065	282
30	0.254	0.050	350
31	0.226	0.040	446
32	0.203	0.032	578
33	0.180	0.025	710
34	0.160	0.020	899
35	0.142	0.016	1125
36	0.127	0.013	1426
37	0.112	0.0099	1800
38	0.102	0.0082	2255

15.9
 - COMPOSIÇÃO FILÁSTICA AWG
 (cont.)

15.9.2 - Filásticas Classe I, Norma UNE-21.022

Filásticas Classe I, Norma UNE-21.022					
Secção (mm ²)	Composição	Diâmetro (mm)	Resistência Ohm/Km		Peso Apróx. Cobre Kg/Km
			Cu	CuSn	
0.5	1 x 0,80	0.80	36.0	36.7	4,35
0.75	1 x 0,98	0.98	24.5	24.8	6,52
1	1 x 1,13	1.13	18.1	18.2	8,70
1.5	1 x 1,38	1.38	12.1	12.2	13
2.5	1 x 1,78	1.78	7.41	7.56	21
4	1 x 2,25	2.25	4.61	4.70	34,8
6	1 x 2,76	2.76	3.08	3.11	51,5
10	1 x 3,56	3.56	1.83	1.84	86
16	1 x 4,51	4.51	1.15	1.16	137

15.9.3 - Filásticas Classe I I, Norma UNE-21.022

Filásticas Classe I I, Norma UNE-21.022					
Secção (mm ²)	Composição	Diâmetro (mm)	Resistência Ohm/Km		Peso Apróx. Cobre Kg/Km
			Cu	CuSn	
0.5	7 x 0,30	0.90	36.0	36.7	4,35
0.75	7 x 0,42	1.10	24.5	24.8	6,52
1	7 x 0,47	1.26	18.1	18.2	8,70
1.5	7 x 0,50	1.50	12.1	12.2	13
2.5	7 x 0,67	2.01	7.41	7.56	21
4	7 x 0,85	2.55	4.61	4.70	34,8
6	7 x 1,04	3.12	3.08	3.11	51,5
10	7 x 1,35	4.05	1.83	1.84	86
16	7 x 1,70	5.10	1.15	1.16	137
25	7 x 2,14	6.40	0.727	0.734	215
35	7 x 2,52	7.60	0.524	0.529	298
50	19 x 1,78	9.15	0.387	0.391	404
70	19 x 2,14	10.85	0.268	0.270	584
95	19 x 2,52	12.60	0.193	0.195	808
120	37 x 2,03	14.50	0.153	0.154	1020
150	37 x 2,25	15.89	0.124	0.126	1260
185	37 x 2,52	17.70	0.0991	0.100	1576
240	61 x 2,25	20.30	0.0754	0.0762	2070

15.9
 - COMPOSIÇÃO FILÁSTICA AWG
 (cont.)

15.9.4 - Filásticas Classe V, Norma UNE-21.022

Filásticas Classe V, Norma UNE-21.022					
Secção (mm ²)	Composição	Diâmetro (mm)	Resistência Ohm/Km		Peso Apróx. Cobre Kg/Km
			Cu	CuSn	
0.5	16 x 0,15	0.9	39	40.1	4,35
0.75	24 x 0,20	1.1	26	26.7	6,52
1	32 x 0,20	1.26	19.5	20	8,70
1.5	30 x 0,25	1.6	13.3	13.7	13
2.5	50 x 0,25	2.2	7.98	8.21	21
4	56 x 0,30	2.55	4.95	5.09	34,8
6	84 x 0,30	3.4	3.3	3.39	51,5
10	77 x 0,40	4.6	1.91	1.95	86
16	126 x 0,40	5.5	1.21	1.24	137
25	196 x 0,40	6.7	0.78	0.795	215
35	273 x 0,40	8.4	0.554	0.565	298
50	396 x 0,40	10	0.386	0.393	404
70	361 x 0,50	13	0.272	0.277	584
95	475 x 0,50	14.5	0.206	0.21	808
120	608 x 0,50	16	0.161	0.164	1020
150	756 x 0,50	17	0.129	0.132	1260
185	925 x 0,50	20.5	0.106	0.108	1576
240	1184 x 0,50	22.7	0.0801	0.0817	2070

15.9
 - COMPOSIÇÃO FILÁSTICA AWG
 (cont.)

15.9.5 - Prefixos Sistema Internacional

Prefixos Sistema Internacional		
Factor	Prefixo	Símbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	m
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	ato	a

15.9.6 - Medidas de Conversão

Comprimento				
Polegada	X	25,4	=	milímetros
Milímetro	X	0,3937	=	polegada
Pé	X	0,3048	=	metros
Metro	X	3,281	=	pés
Milha	X	1,609	=	kilómetros
Kilómetro	X	0,6214	=	milhas
Mil	X	0,0254	=	milímetros
Massa				
Onça	X	28,35	=	grama
Gramma	X	0,03527	=	onça
Libra	X	0,4536	=	kilograma
Kilograma	X	0,205	=	libra
Kilograma/Km	X	0,6214	=	Libras/1000 pés
Libras/1000 pés	X	1,4881	=	kilograma/Km

15.10
 - FACTORES DE CONVERSÃO

Volume				
Polegada cúbica	X	16,39	=	centímetro
Centímetro cúbico	X	0,6102	=	polegada cúbica
Pé cúbico	X	0,2832	=	metro cúbico
Metro cúbico	X	35,31	=	pé cúbico
Superfície				
Polegada quadrada	X	6,452	=	centímetro
Centímetro	X	0,1550	=	polegada
Pé quadrado	X	0,929	=	metro quadrado
Metro quadrado	X	10,76	=	pé quadrado
Milha quadrada	X	2,590	=	kilómetro
Kilómetro quadrado	X	0,3861	=	milha quadrada
Circular Mil	X	0,7854	=	Mil quadrada
Circular Mil (CM)	X	0,507 x 10 ²	=	milímetros
MCM	X	0,5067	=	milímetros
Pressão				
Libra/polegada	X	703	=	Kp/metro
Kp/metro quadrado	X	0,0014	=	libra/polegada
Libra/pé quadrado	X	0,15	=	Kp/metro
Kp/metro quadrado	X	6,66	=	libra/pé
Energia				
B.T.U.	X	0,2930	=	watt . hora
Watt . Hora	X	3,413	=	B.T.U.
B.T.U.	X	0,0003929	=	H.P. x hora
H.P. x hora	X	2545,17	=	B.T.U.
Joule	X	0,000948	=	B.T.U.
B.T.U.	X	1054,8	=	Joule
Joule	X	0,2389	=	Caloria
Caloria	X	4,18	=	Joule
Potência				
H.P.	X	0,746	=	KWatt
Kwatt	X	1,34	=	H.P.
C.V.	X	0,9863	=	H.P.
H.P.	X	1,013	=	C.V.
C.V.	X	0,7353	=	KWatt
Kwatt	X	1,36	=	C.V.
Unidades Eléctricas				
microfarad/milha	X	0,62	=	microfarad/Km
microfarad/Km	X	1,612	=	microfarad/milha
MegaOhms/milha	X	1,61	=	MegaOhms/Km
Decibel/milha	X	71,5	=	mNeper/Km
Neper	X	8,686	=	Decibel
Decibel	X	0,1151	=	Neper
Ohms/Km	X	0,3048	=	Ohms/1000 pés
Ohms/1000 pés	X	3,281	=	Ohms/Km
Decibel/100 pés	X	3,27	=	Decibel/100

15.11
- CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE CABOS

15.11.1 - Cabos instalados ao ar

Cabos instalados ao ar em ambientes de temperatura diferente de 40 °C. Coeficientes de correcção para temperatura ambiente diferente de 40 °C. BT – PVC – CU

Temperatura (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Cabos isolados a PVC	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71
Cabos isolados a XLPE e EPR	1.22	1.18	1.14	1.1	1.05	1	0.95	0.9	0.84

15.11.2 - Cabos instalados ao ar em canais ou galerias

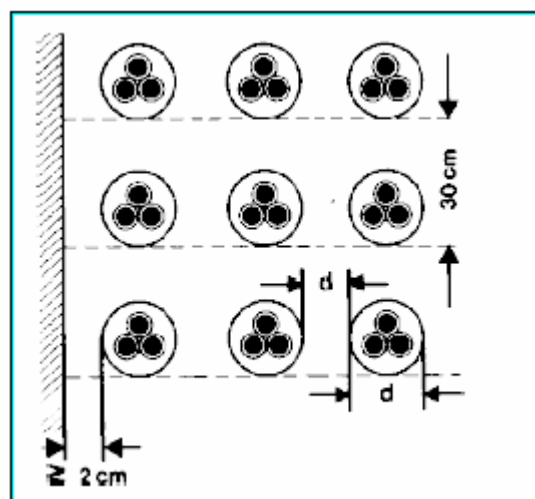
Constata-se que em certas condições de instalação (em canais, galerias, etc.), o calor dissipado pelos cabos não pode evacuar-se livremente e provoca um aumento da temperatura do ar. A magnitude deste aumento depende de muitos factores e deve ser determinado em cada caso.

Para a sua determinação aproximada deve ter-se presente, que a sobre-elevação da temperatura é da ordem de 15 °C; a intensidade admissível em condições de regime deverá, assim, ser reduzido tendo em conta os coeficientes da tabela anterior.

15.11.3 - Cabos trifásicos ou trio de cabos instalados ao ar e agrupados

Cabos trifásicos ou trio de cabos instalados em tabuleiros contínuos (a circulação do ar é restringida), com separação entre os cabos igual a um diâmetro "d". Distância à parede maior 2 cm.

Factores de correcção					
Nº de Tabuleiros	Nº de cabos ou trios				
	1	2	3	6	9
1	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84
2	0.90	0.85	0.83	0.81	0.80
3	0.88	0.83	0.81	0.79	0.78
6	0.86	0.81	0.79	0.77	0.76

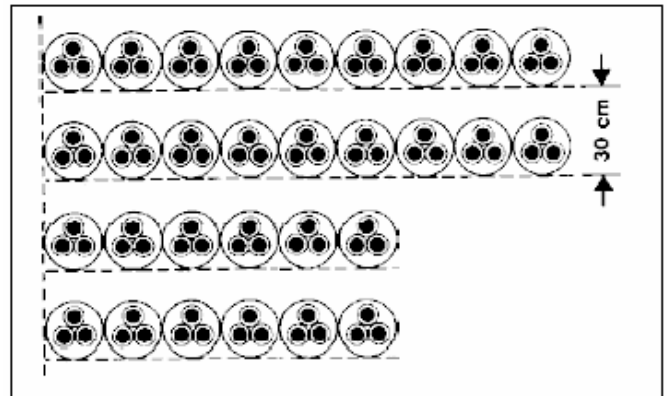


Nota: Quando a separação entre os cabos é maior que "2d" não é necessário correcção

15.11
- CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE CABOS
(cont.)

Cabos trifásicos ou trios de cabos instalados sobre tabuleiros perfurados com separação de cabos igual a um diâmetro "d". Distância à parede maior 2 cm.

Factores de correcção					
Nº de tabuleiros	Nº de cabos ou trios				
	1	2	3	6	9
1	1	0.98	0.96	0.93	0.92
2	1	0.95	0.93	0.9	0.89
3	1	0.94	0.92	0.89	0.88
6	1	0.93	0.9	0.87	0.86



Nota: Quando a separação entre os cabos é maior que "2d"

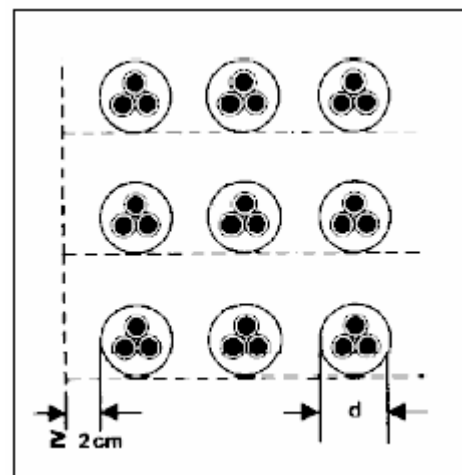
Cabos trifásicos ou trios de cabos em contacto entre si dispostos sobre estruturas ou sobre a parede.

Factores de correcção					
Nº de cabos ou trios					
1	2	3	6	9	
0.85	0.78	0.73	0.68	0.66	



Agrupamento de cabos trifásicos ou trios de cabos, com uma separação inferior a um diâmetro e superior a um quarto de diâmetro, supondo a sua instalação sobre prateleira perfurada, isto é, de forma que o ar possa circular livremente entre os cabos.

Factores de correcção					
Nº de Cabos colocados verticalmente	Nº de cabos ou trios				
	1	2	3	>3	
1	1	0.93	0.87	0.83	
2	0.89	0.83	0.79	0.75	
3	0.8	0.76	0.72	0.69	
6	0.75	0.7	0.66	0.64	



15.11
 - CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE CABOS
 (cont.)

Cabos Enterrados

Cabos enterrados em terrenos com temperatura diferente de 25 °C.
 Coeficiente de correcção para temperatura ambiente diferente de 25 °C.

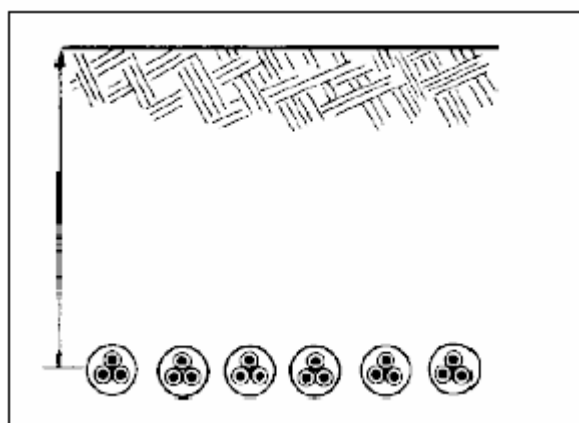
Temperatura	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Cabos isolados em PVC	1.15	1.109	1.05	1	0.94	0.88	0.81	0.74	0.66
Cabos isolados em XLPE e EPR	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78

Cabos directamente enterrados ou em condutas enterradas em terrenos de resistividade térmica diferente de 100 °C por cm/w.

Resistividade térmica do terreno °C * cm/w	80	100	120	150	200	250		
Coeficiente de Correcção	Unipolares		1.09	1	0.93	0.85	0.75	0.68
	Tripolares		1.07	1	0.94	0.87	0.78	0.71

Cabos trifásicos ou trios de cabos agrupados debaixo de terra

Factores de correcção								
Disposição dos Cabos	Nº de cabos em vala							
	2	3	4	5	6	8	10	12
Com Separação de 7cm	0.85	0.75	0.68	0.64	0.6	0.56	0.53	0.5
Em Contacto	0.8	0.7	0.64	0.6	0.56	0.53	0.5	0.47



15.11
- CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DE CABOS
(cont.)**Cabos enterrados em vala a diferentes profundidades**

Para um cabo tripolar ou um trio de cabos directamente enterrado, a intensidade admissível será corrigida pela aplicação de um coeficiente de correcção em função da profundidade da instalação.

Na tabela abaixo são relacionados os coeficientes a aplicar partindo de uma profundidade de instalação tipo, de 70 cm ou de 100 cm.

Recomenda-se que se instale um cabo unipolar ou um tripolar por cada tubo.

A relação do diâmetro do tubo em relação á do cabo será igual ou superior a 2.

Quando seja necessário instalar um trio por tubo, a relação entre do diâmetro do tubo e o diâmetro aparente do trio deverá ser igual ou superior a 2.

Profundidade da Instalação (cm)	70	100	120	150	200
Coeficiente de Correcção	1.03	1	0.98	0.96	0.94
	1	0.97	0.95	0.93	0.91

Cabos enterrados numa vala, no interior de tubos ou similares, de pequeno comprimento.

Entende-se por de pequeno comprimento as instalações tubulares que não ultrapassem o comprimento de 15 m (cruzamentos de caminhos, estradas, etc.).

Neste caso não será necessário aplicar qualquer coeficiente corrector de intensidade.

Cabos enterrados numa vala, no interior de tubos ou similares, de grande comprimento.

O coeficiente de correcção que deverá ser aplicado a estes cabos, dependerá do tipo de agrupamento empregue e variará para cada cabo segundo este esteja colocado num tubo central ou na periferia.

Cada caso deverá estudar-se individualmente. Recomenda-se que se instale um cabo unipolar ou tripolar por tubo.

A relação do diâmetro do tubo em relação ao do cabo será igual ou superior a 2.

Quando seja necessário instalar um trio por tubo, a relação entre o diâmetro do tubo e o diâmetro aparente do trio deverá ser igual ou superior a 2.

Como orientação, recomenda-se a aplicação de um coeficiente corrector de 0,8 no caso de se tratar de uma linha com três cabos unipolares, uma linha com cabo tripolar ou com um trio de cabos unipolares no interior do mesmo tubo.

Se se trata de uma linha com três cabos unipolares instalados em tubos individuais poderá aplicar-se um coeficiente corrector de 0,9.

15.12
 - CARACTERÍSTICAS
 DOS MATERIAIS ISOLANTES

- Isolamento

É o envolvimento de material isolante contínuo e uniforme em toda a longitude do condutor com uma espessura adequada para a tensão de trabalho do cabo.

Os cabos de baixa tensão podem ser isolados com vários tipos de materiais isolantes.

Quando existe o risco de fogo, as misturas dos materiais utilizados são ignífugas.

Características	Unidades	Policloreto de Vinil		Etileno Propileno	Polietileno Reticulado
Denominação Normalizada		PVC-A	PVC-B	EPR	XLPE
Designação Genérica		V	V	R	X
Temperatura máx. de serviço	°C	70	70	60	90
Temp. máx. de Curto Circuito	°C	160	160	200	250
Características Mecânicas					
Originais. S/Envelhecimento					
Carga de ruptura	N/mm ²	mín. 12,5	mín. 12,5	mín. 4,2	mín. 12,5
Distensão à ruptura	%	mín. 150	mín. 125	mín. 200	mín. 200
C/Envelhecimento em estufa de ar					
Temperatura de tratamento	°C	100	100	135	135
Duração do tratamento	dias	7	7	7	7
Carga de ruptura	N/mm ²	mín. 12,5	mín. 12,5	---	---
Varição máxima do valor inicial	%	± 25	± 25	± 30	± 25
Distensão à ruptura	%	mín. 150	mín. 125	---	---
Varição máxima do valor inicial	%	± 25	± 25	± 30	± 25
C/Envelhecimento em bomba de ar					
Temperatura de tratamento	°C	---	---	127	---
Duração do tratamento	horas	---	---	40	---
Carga de ruptura					
Varição máxima do valor inicial	%	---	---	± 30	---
Distensão à ruptura					
Varição máxima do valor inicial	%	---	---	± 30	---
Características Eléctricas					
Resistividade transversal a 20 °C	W . cm	mín. 10 ¹³	mín. 10 ¹⁴	---	---
Resistividade à tempe. de serviço	W . cm	mín. 10 ¹⁰	mín. 10 ¹¹	mín. 10 ¹²	mín. 10 ¹²
Constante de isolamento (Ki)	MW . Km	mín. 36,7	mín. 367	mín. 3670	---
Constante de isol. à temp. serviço	MW . Km	mín. 0,0367	0.367	3.67	3.67
Perdas dieléctricas à temperatura ambiente máx. tag d a U ₀ x 10 ⁻⁴		---	1.000	200	40
Varição máx. tag d entre 0,5 U ₀ e 2 U ₀ x 10 ⁻⁴			65	25	20
Perdas dieléctricas à temperatura ambiente máx. tag d a U ₀ x 10 ⁻⁴		---	---	400	80

Continua na página seguinte

- CARACTERÍSTICAS
DOS MATERIAIS ISOLANTES
(cont.)

Continuação da página anterior

Características	Unidades	Policloreto de Vinil	Etileno Propileno	Polietileno Reticulado	
Características Físicas / Químicas					
Termoplasticidade Método A					
Temperatura	°C	80	80	Termoestável	Termoestável
Duração	horas	4	4	"	"
Varição máxima do valor inicial	%	50	50	"	"
Varição máxima do valor inicial					
Ensaio de choques térmicos					
Temperatura	°C	150	150	"	"
Duração	horas	1	1	"	"
Resistência a baixas temperaturas					
Dobrado em frio	°C	-15	-5	"	"
Distensão a frio	°C	-15	-5	"	"
Resistência ao ozono					
Concentração volume	°C	---	---	0,025 a 0,030	---
Duração	horas			24	
Distensão a quente					
Temperatura de tratamento	°C	---	---	250	200
Duração da carga	minutos	---	---	15	15
Distensão máxima	%	---	---	175	175
Distensão permanente em frio máx.	%	---	---	15	15
Ensaio de contracção					
Temperatura	°C	---	---	---	130
Duração	horas	---	---	---	1
Contracção máxima	%	---	---	---	4
Absorção de água (mét. ponderal)					
Temperatura	%	---	85	85	85
Duração	dias	---	14	14	14
Varição máxima	mg/cm ²	---	10	5	1

Designação

V - Isolamento de Policloreto de Vinil (PVC)

R - Isolamento de Borracha Etileno-Propileno (EPR)

X - Isolamento de Polietileno Reticulado (XLPE)

16.13.1 - Cálculo da Intensidade de Corrente numa Canalização

Quando se efectua o cálculo de uma intensidade de corrente é necessário encontrar, antes de mais, o valor da Potência que irá passar na canalização.

Ora esse valor de Potência é diferente consoante o tipo de instalação que estamos perante.

Assim, se o transporte de energia for em corrente continua monofásica a intensidade de corrente é a razão entre o valor da Potência Activa "P" e o valor da Tensão que normalmente é de U=230V (figura 1).

Mas em Portugal e na maior parte do Mundo, o transporte e distribuição de energia eléctrica não é efectuado em corrente continua monofásica e por isso esta fórmula (figura 1) é apenas usada para instalações muito especiais como por exemplo motores de corrente contínua ou outros circuitos que utilizem este tipo de corrente.

Através da fórmula (figura 2) pode-se calcular a intensidade de corrente alternada trifásica que é transportada por um qualquer condutor ou cabo desde que dimensionado para o efeito.

Assim, depois de se saber qual o valor de Potência Aparente que é necessário transportar e visto que o valor da Tensão é sempre constante (U=230/400 V), é imediato saber o valor da intensidade de corrente.

É necessário referir que é com este valor de corrente que se vai escolher o cabo ou condutor a utilizar, visto que os cabos são fabricados para diferentes níveis de intensidade de corrente admissível.

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

S – Potência Aparente (VA)
 U – Tensão Nominal (V)
 I – Intensidade de Corrente (A)

Exemplo da Escolha de um Condutor Para Canalização

Dimensionamento de um Cabo:

S = 200 kVA

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U_c} \Leftrightarrow I = \frac{200 * 10^3}{\sqrt{3} * 400} = 288,68 A$$

I = 288,68 A → Escolher o cabo a T = 25°C

LVAV3 * 150 → $I_{AD} = 295 A$

VAV3 * 95 → $I_{AD} = 295 A$

$I < I_{AD} \Rightarrow OK$

Cálculo da Queda de Tensão $\Delta U < 5 \%$

Linha → L = 70 Km

I = 288,68 A S = 200 kVA

$$\sigma_{Al} = 35$$

$$\sigma_{Cu} = 54$$

$$S_{Al} = 150 \text{ mm}^2$$

$$\Delta U = \frac{L * I}{\delta * S} \Leftrightarrow \Delta U = \frac{70 * 288,68}{35 * 150} = 3,84 V$$

$$\frac{\Delta U}{230} * 100 = 1,67\% \quad 1,67\% < 5\% \Rightarrow OK$$

Nota:

- 1) Valores da Potência Aparente (S), do comprimento da canalização (L) são apenas exemplificativos de um possível dimensionamento.
- 2) Estes Cálculos são apenas efectuadas para o Dimensionamento de Canalizações e não para o Dimensionamento de Linhas de Transporte

16.13.2 - Dimensionamento de um condutor

TIPO DE INSTALAÇÃO	TIPO DE CABO	Nº CONDUTORES	TEMPERATURA AMBIENTE EM °C																
Embebida	H07V-U, H07V-R, H07V-K, LV	Alé 3 4 e 6 7 e 9	30°	40°	35°	30°	25°												
			30°	30°															
À Vista	H07V-U, H07V-R, H07V-K A05VV- U, VV, LVV, LSV	1		40°	35°	30°	25°												
				40°	35°	30°	25°												
				40°	35°	30°	25°												
Enterrada	LVAV - LSVV - LSAVAV VV - LVV - VAV	2 3 e 4		40°	35°	30°	25°												
				40°	35°	30°	25°												
EXEMPLO Dados: - Cabo enterrado - Tipo VAV - 3 condutores (3F+N) - Ambiente 25 °C - Intensidade 183 (A) Resultado: S = 90 mm ² Cobre = 95 mm ² Alumínio	Alumínio (Al) mm ²	Cobre (Cu) mm ²	Intensidade da corrente em regime nominal (A)																
	-	2	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	24	26	28	
	-	3	13	15	17	18	19	21	22	25	26	27	28	30	32	34	33	35	37
	-	4	18	21	22	24	26	27	30	33	35	36	37	39	42	45	41	44	47
	-	6	23	26	28	30	33	36	37	41	44	45	47	49	53	56	53	57	61
	16	10	30	35	38	41	44	49	53	57	61	64	66	70	75	80	74	79	84
	25	16	43	50	53	57	62	67	66	71	78	83	83	89	90	97	103	98	105
	50	25	58	67	71	78	84	82	89	94	102	110	109	117	119	128	136	127	136
	70	35	70	85	90	98	100	97	113	112	123	132	135	141	148	158	169	152	162
	95	50	86	96	105	115	123	112	132	135	147	158	158	169	172	185	197	180	183
	120	70	114	130	139	152	163	146	174	169	184	198	206	211	226	242	259	229	246
	150	95	138	158	169	185	198	176	212	202	221	237	248	254	271	290	310	275	295
	185	120	163	186	199	217	233	202	249	229	250	266	293	287	320	343	367	285	334
	240	150	197	226	240	262	282	232	309	262	287	308	330	329	361	387	414	357	383
	300	185	215	246	263	287	308	266	329	292	320	343	379	366	414	444	475	402	431
400	240	255	292	311	340	365	307	390	341	373	400	446	428	488	524	559	467	501	
500	300	295	338	360	394	422	352	451	382	418	449	514	479	562	603	644	525	563	
630	400	357	408	435	476	510	420	545	457	500	537	615	573	672	722	771	623	669	
800	500	413	472	503	549	590	460	630	500	550	600	701	630	767	823	879	680	714	

16.13.3 - Cálculo da Queda de Tensão numa Linha de Transporte

Para efectuar o cálculo da queda de tensão numa linha de transporte de energia é necessário ter em conta alguns factores como a Potência a transportar, o tipo de material do condutor (cobre ou alumínio) e claro, o comprimento da linha. Ora, quando falamos de Potência, obrigatoriamente falamos também de Corrente Eléctrica.

Pela seguinte fórmula (figura 1) entende-se a relação entre a Potência, a Corrente e naturalmente, a Tensão da rede. Como se percebe, o valor da Tensão é considerado sempre constante ao longo do comprimento da linha variando apenas o valor da Potência e Corrente injectada na rede.

Assim, para efectuar o cálculo da queda de tensão (cálculo de dimensionamento de cabos) é necessário saber o valor da Potência Aparente (S) que é transportada na linha, sendo por isso, um valor dependente de cálculos anteriores de dimensionamento.

Utilizando a fórmula acima indicada (para um sistema trifásico alternado) pode calcular-se o valor da Corrente para o valor de Potência, (este calculado anteriormente pelo projectista da rede).

Com este valor de Corrente, e sabendo que tipo de condutor a utilizar (cobre ou alumínio), através da seguinte fórmula (figura 2), pode encontrar-se o valor da queda de tensão (E).

É importante referir que o "S" desta fórmula representa o valor da Secção do condutor utilizado, e não o valor da Potência Aparente.

Sabe-se, no entanto, que existem duas restrições regulamentares para os valores de queda de tensão. Esses valores estão indicados para dimensionamentos de iluminação de 3% (AU=3%) e para os outros tipos de instalação de 5% (AU=5%).

Ambos os valores limitam o dimensionamento da instalação. Ou seja, se o valor da queda de tensão calculado pela fórmula acima indicada for superiora 3%, caso se trate, por exemplo, do dimensionamento de uma instalação de iluminação, depara-se com um problema de queda de tensão que não é regulamentar. Isto significa que há necessidade de voltar a dimensionar o condutor (cabo), isto é, escolher uma nova secção para o condutor em questão.

O mesmo se passa se o valor da queda de tensão encontrado for superiora 5% conforme o tipo de instalação.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

S – Potência Aparente (VA)
U – Tensão Nominal (V)
I – Intensidade de Corrente (A)

$$E = \frac{L * I}{\delta * S}$$

Nas **linhas eléctricas**, a existência de resistência e reactância em série, origina uma diferença entre as tensões no extremo do troço e as tensões no troço considerado, diferença que recebe o nome de queda de tensão. No seu valor numérico influi a natureza e intensidade da corrente que percorre a linha, o comprimento, dimensões e disposição dos condutores. Nas linhas constituídas por cabos isolados não se leva em conta, salvo em caso de comprimento muito elevado, a influência da capacidade entre condutores ou entre eles e a terra, para efeitos de queda de tensão, o que não significa perdictância.

A linha pode representar-se segundo um circuito equivalente (Fig. 1), no qual R é a resistência da linha, XL a sua reactância indutiva e na qual supomos que metade da capacidade da linha está concentrada nos extremos. O diagrama vectorial equivalente de tensões e correntes é o indicado na fig.2.

No entanto, dado que na prática I_{c1} e I_{c2} , são bastantes inferiores a I_1 e I_2 utiliza-se o diagrama simplificado que é indicado na fig.3.

- DIMENSIONAMENTOS
(cont.)

Praticamente as fórmulas que se utilizam para o cálculo da Queda de Tensão são as seguintes

1 - Corrente alterna trifásica

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L(r * \cos(\varphi) + x * \text{sen}(\varphi))$$

$$= \sqrt{3} * I * L(R * \cos(\varphi) + X_L * \text{sen}(\varphi))$$

$$\Delta U = \frac{(R * P) + (X_L * Q)}{U}$$

$$\delta U = \frac{\sqrt{3} * I * L}{U} * (r * \cos(\varphi) + x * \text{sen}(\varphi)) =$$

$$\frac{\sqrt{3} * I}{U} * (R * \cos(\varphi) + X_L * \text{sen}(\varphi))$$

$$\delta U = \frac{(R * P) + (X_L * Q)}{U^2}$$

ΔU = Queda de Tensão entre Fases

δU = Queda de Tensão Percentual entre Fases

Sendo:

- R - Resistência total de um conductor
- r - Resistência por unidade de comprimento
- XL - Reactância indutiva total de um conductor
- x - Reactância por unidade de comprimento
- L - Comprimento da linha
- P - Potência activa
- Q - Potência reactiva
- U - Tensão composta

2 - Corrente alterna monofásica

$$\Delta U = 2 * I * (R * \cos(\varphi) + X * \text{sen}(\varphi))$$

$$\Delta U = \frac{R * P + X * Q}{U}$$

$$\delta U = \frac{2 * I}{U} * (R * \cos(\varphi) + X * \text{sen}(\varphi))$$

$$\delta U = \frac{R * P + X * Q}{U^2}$$

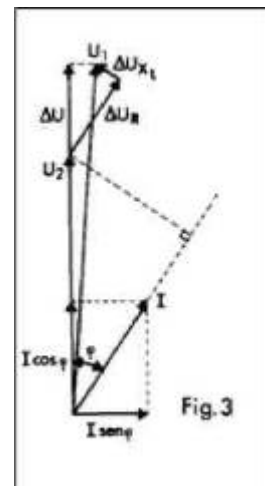
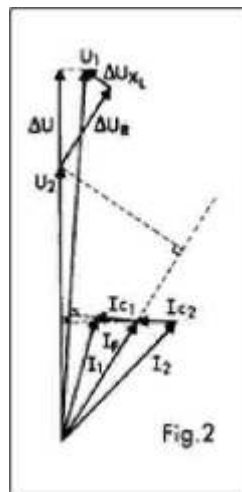
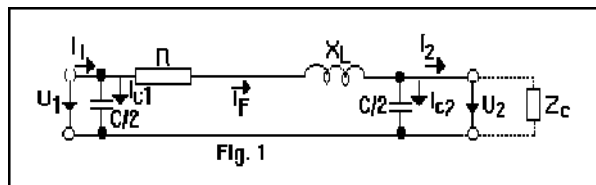


Fig.1 - Representação simplificada de uma linha de transporte Fig.2 e Fig. 3 - Diagramas fasoriais

No cálculo da reactância indutiva e a queda de tensão nos cabos unipolares considerou-se uma distribuição trifásica mediante um trio com configuração de um triângulo equilátero, em contacto mútuo. Para o cálculo da queda de tensão nos cabos bipolares, considerou-se uma distribuição em corrente alternada monofásica. No cálculo da resistência considerou-se o cabo à temperatura máxima admissível em regime permanente para cada tipo de isolamento.

FORMULAS GERAIS DE CÁLCULO PARA QUEDA DE TENSÃO

Corrente Contínua:

$$U = 2 * I * L$$

Corrente Alternada Monofásica:

$$U = 2 * I * L(R_t \cos \varphi + X_L \text{sen} \varphi)$$

Corrente Alternada Trifásica:

$$U = \sqrt{3} * I * L(R_t \cos \varphi + X_L \text{sen} \varphi)$$

O valor obtido expressa-se em V/A.Km.

- DIMENSIONAMENTOS (cont.)

Condição da Queda de Tensão

3 DETERMINAÇÃO DE S_q		CONDICÃO DA QUEDA DE TENSÃO (1)		Comprimento da instalação (m)																
A ΔU admitida	B Característica da rede	C		C																
3%	220 V mon cos $\phi=1$	340	285	235	300	165	140	115	95	80	68	56	48	40	32	28	24	20	16	14
(iluminação)	380 V tri cos $\phi=0,8$	680	570	470	400	330	280	230	190	160	135	115	95	80	65	55	48	40	35	30
5% (outros fins)	220 V mon cos $\phi=1$	560	470	390	330	280	230	190	160	135	110	95	80	65	55	48	40	35	28	24
	380 V tri cos $\phi=0,8$	1110	930	780	660	550	460	380	310	270	225	190	160	130	110	90	80	70	60	50

EXEMPLO 1		Cálculo de S_q	
Dados:			
A	ΔU admitida	5%	
B	380 V tri cos $\phi=0,8$		
C	Comprimento	380 m	
D	Intensidade em regime permanente	150 A	
Resultado:			
$S_q = 120 \text{ mm}^2 \text{ Cobre}$		$= 185 \text{ mm}^2 \text{ Alumínio}$	

D Intensidade da corrente em regime permanente (A)		Alumínio (Al) mm ²		Cobre (Cu) mm ²	
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	10
6	7	8	9	10	11
7	8	9	10	11	12
8	9	10	11	12	13
9	10	11	12	13	14
10	11	12	13	14	15
11	12	13	14	15	16
12	13	14	15	16	17
13	14	15	16	17	18
14	15	16	17	18	19
15	16	17	18	19	20
16	17	18	19	20	21
17	18	19	20	21	22
18	19	20	21	22	23
19	20	21	22	23	24
20	21	22	23	24	25
21	22	23	24	25	26
22	23	24	25	26	27
23	24	25	26	27	28
24	25	26	27	28	29
25	26	27	28	29	30
26	27	28	29	30	31
27	28	29	30	31	32
28	29	30	31	32	33
29	30	31	32	33	34
30	31	32	33	34	35
31	32	33	34	35	36
32	33	34	35	36	37
33	34	35	36	37	38
34	35	36	37	38	39
35	36	37	38	39	40
36	37	38	39	40	41
37	38	39	40	41	42
38	39	40	41	42	43
39	40	41	42	43	44
40	41	42	43	44	45
41	42	43	44	45	46
42	43	44	45	46	47
43	44	45	46	47	48
44	45	46	47	48	49
45	46	47	48	49	50
46	47	48	49	50	51
47	48	49	50	51	52
48	49	50	51	52	53
49	50	51	52	53	54
50	51	52	53	54	55
51	52	53	54	55	56
52	53	54	55	56	57
53	54	55	56	57	58
54	55	56	57	58	59
55	56	57	58	59	60
56	57	58	59	60	61
57	58	59	60	61	62
58	59	60	61	62	63
59	60	61	62	63	64
60	61	62	63	64	65
61	62	63	64	65	66
62	63	64	65	66	67
63	64	65	66	67	68
64	65	66	67	68	69
65	66	67	68	69	70
66	67	68	69	70	71
67	68	69	70	71	72
68	69	70	71	72	73
69	70	71	72	73	74
70	71	72	73	74	75
71	72	73	74	75	76
72	73	74	75	76	77
73	74	75	76	77	78
74	75	76	77	78	79
75	76	77	78	79	80
76	77	78	79	80	81
77	78	79	80	81	82
78	79	80	81	82	83
79	80	81	82	83	84
80	81	82	83	84	85
81	82	83	84	85	86
82	83	84	85	86	87
83	84	85	86	87	88
84	85	86	87	88	89
85	86	87	88	89	90
86	87	88	89	90	91
87	88	89	90	91	92
88	89	90	91	92	93
89	90	91	92	93	94
90	91	92	93	94	95
91	92	93	94	95	96
92	93	94	95	96	97
93	94	95	96	97	98
94	95	96	97	98	99
95	96	97	98	99	100

Nota: Este quadro permite também determinar o comprimento correspondente com uma queda de tensão de 1 e 3%.

EXEMPLO II (monofase e postulado)

Dados:

A	Queda de tensão admitida	3%
B	220 V mono	cos $\phi=1$
C	Intensidade regime perm.	60 (A)

Resultado: L. máx. = 230 (m)

4) Esta tabela dá o valor de S_q para um funcionamento em regime permanente tendo sido elaborada, levando em conta uma temperatura de 70 °C na alma do condutor.

Nota: Os valores aproximados obtidos pelo emprego destas tabelas são válidos para a maioria dos casos encontrados na prática.

Determinação das Condições de Temperatura

1 CALCULO DE I		1 CALCULAR I		2 CALCULAR Sa		3 CALCULAR Sq																	
$\text{mono } I(A) = \frac{P \times 1000}{V \times r \times \cos \phi}$ $\text{tri } I(A) = \frac{P \times 1000}{V \times r \times 1,732 \times \cos \phi}$ $V = \text{tensão (V)}$ $P = \text{potência útil (kW)}$ $r = \text{rendimento de 0,8 a 0,9}$		Procedimento a adoptar: Cavalo Vapor (CV) Potência útil (kW) 220 V mono $\cos \phi = 0,8$ 380 V tri $\cos \phi = 0,8$		(consultar a secção mais elevada) Intensidade em amperes (A) / Valores aproximados		Intensidade em amperes (A) / Valores aproximados																	
		1	1,5	2	3	4	5,5	7,5	10	13,5	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	175	220
		6,74	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	10	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	110	130	160
		5,2	7,8	10,6	15,6	21	28,4	39	53,2	71	78,1	106,5	131,4	156,2	213	262,7	319,5	391	532,5	639	781	937,2	1136
		1,8	2,6	3,5	5	7	10	13	17,5	23	26	35	41	49	66	82	99	123	158	190	232	279	338

2 DETERMINAÇÃO DE Sa		CONDIÇÕES DE TEMPERATURA (1)	
A	B	C	D
Tipo de Instalação	Tipo de Cabo	Nº de Condutores (2)	Temperatura ambiente em °C
Embebida	H07V-U, H07V-R, H07V-K, LV	Até 3 4 a 6 7 a 9	25° 30° 30°
A Vista	H07V-U, H07V-R, H07V-K, LV A05VV-U, VV, LVV, LSVV	1	40° 35° 30° 25°
Enterrada	PT-N05VVH2-U, H05VV-F, A05VV-U VV, LVV, LSVV, VAV, LVAV LSVAV, VVS, LVVS, LSVVS VV - LVV - VAV LVAV - LSVV - LSVAV	2 3 e 4 2 3 e 4	40° 35° 30° 25° 40° 35° 30° 25° 40° 35° 30° 25° 40° 35° 30° 25°

EXEMPLO		E																
Dados:		Intensidade da corrente em regime normal (A)																
A	B	C	D															
Cabo enterrado	Tipo VAV	Nº de Condutores (2)	Temperatura ambiente em °C															
C	D	E																
3 condutores (3F+N)	Ambiente 25 °C	Intensidade 170 (A)																
1,5	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	24	26	28		
2,5	13	15	17	18	19	21	22	25	26	27	28	30	32	34	33	35	37	
4	18	21	22	24	26	27	27	30	33	35	36	37	39	42	45	41	44	47
6	23	26	28	30	33	36	35	37	41	44	45	47	49	53	56	53	57	61
10	30	35	38	41	44	49	47	53	57	61	64	66	70	75	80	74	79	84
16	43	50	53	57	62	67	66	71	78	83	83	89	90	97	103	98	105	112
25	58	67	71	78	84	82	89	94	102	117	119	128	136	127	136	145	145	152
35	70	85	90	98	100	97	113	112	123	132	135	141	148	158	169	152	162	174
50	86	98	105	115	123	112	132	135	147	158	169	172	185	197	180	183	207	207
70	114	130	139	152	163	146	174	169	184	198	206	211	226	242	259	229	246	263
95	138	158	169	185	198	176	212	202	221	237	248	254	271	290	310	275	295	315
120	163	186	199	217	233	202	249	229	250	268	293	287	320	343	367	285	334	357
150	197	226	240	262	282	232	309	262	287	308	330	329	361	387	414	357	383	409
185	215	246	263	287	308	266	329	292	320	343	379	366	414	444	475	402	431	460
240	255	292	311	340	365	307	390	341	373	400	446	428	488	524	559	467	501	536
300	295	338	360	394	422	352	451	382	418	449	514	479	562	603	644	525	563	601
400	357	408	435	476	510	420	545	457	500	537	615	573	672	722	771	623	669	714
500	413	472	503	549	590	480	630	510	560	600	701	630	767	823	879	690	740	790

EXEMPLO

Dados:

A Cabo enterrado

B Tipo VAV

C 3 condutores (3F+N)

D Ambiente 25 °C

E Intensidade 170 (A)

Resultado:

Sa = 50 mm2 Cobre

= 95 mm2 Alumínio

(1) Este quadro é válido para um cabo. Havendo mais do que um cabo o valor da intensidade da corrente, determinado em (1), deverá vir afectado de um factor de correcção.

(2) Número de condutores realmente percorridos pela corrente: 2 em mono e 3 em trifásico (em trifásico considera-se 3 condutores para os cabos 3F+N e 3F+N+T).

16.14.1 - Generalidades

As redes eléctricas devem ser capazes de suportar sem dano aparente, não somente as correntes nominais, mas também as intensas correntes que se produzem em condições de defeito (curto-circuito) na própria rede ou nos receptores a ela ligados. Estas correntes de curta duração (alguns segundos), provocam efeitos térmicos devido à intensidade de corrente de curto-circuito, nestas condições, ser um múltiplo elevado da corrente nominal e depender da produção de calor por unidade de tempo e do quadrado da intensidade da corrente. Nas redes trifásicas os curto-circuitos podem ser de diversos tipos, dependendo dos condutores que entram em contacto acidentalmente. Na maioria dos pontos de um sistema eléctrico, o caso mais desfavorável é o curto-circuito trifásico franco, no sentido de que é neles que se desenvolvem as intensidades de corrente mais elevadas.

Só em situações muito próximas de geradores ou transformadores com neutro ligado à terra pode ser superior à intensidade de defeito monofásico ou difásico à do trifásico. A intensidade neste ultimo tipo (trifásico) é, por outro lado, é mais facilmente calculável, já que corresponde a um estado simétrico na rede, enquanto que nos casos não simétricos torna-se necessário o uso de métodos mais complexos para o cálculo (método das componentes simétricas, método das componentes de Clarke, etc.). O cálculo da corrente de curto-circuito em geral, não é o tema deste catálogo, todavia para o caso de um curto-circuito tripolar, dá-se a forma de cálculo da secção do condutor adequada.

16.14.2 - Curto - Circuito Tripolar

A corrente de curto-circuito é necessária para determinar as solicitações térmicas e mecânicas que vão estar submetidas as instalações e por conseguinte, os cabos. Para determinar as solicitações térmicas deve-se ter em conta o tempo de solicitação e o desenvolvimento da corrente na forma mais completa possível, tanto melhor, quanto mais curta for a duração prevista do fenómeno. O desenvolvimento da corrente depende da corrente do curto-circuito permanente no ponto considerado, das reactâncias sub transitória, transitória e síncrona do curto-circuito em questão, e do momento em que se produz. Para as solicitações térmicas indica-se a corrente eficaz equivalente térmica do fenómeno.

$$I^2 = \frac{1}{t} * \int_0^t i^2 dt$$

Para valores de "t" da ordem de 1,5 segundos basta considerar a corrente de curto-circuito permanente. A corrente permanente simétrica do curto-circuito tripolar, em valor eficaz, pode ser calculada através da seguinte fórmula.

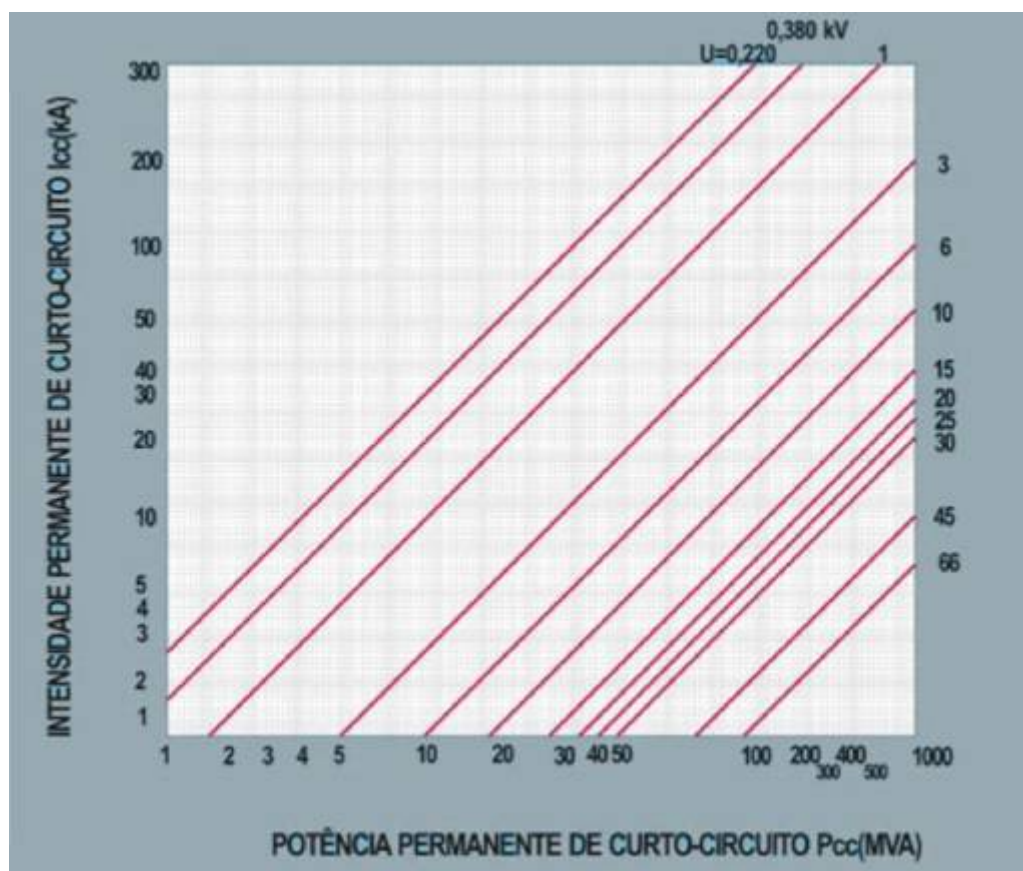
$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Sendo: P_{cc} – Potência permanente de curto-circuito
 U – Tensão nominal entre fases

Esta fórmula vem reflectida no gráfico 1 para o campo de aplicação normal dos cabos.

As solicitações dinâmicas são proporcionais ao quadrado do impulso da corrente de curto-circuito (valor de crista); este valor depende das reactâncias citadas e do momento do curto-circuito, que se considera normalmente, para os casos mais severos igual a 1,8 raiz quadrada de I_{cc}. As solicitações dinâmicas submetem os cabos e terminais a elevados esforços mecânicos. Nos cabos tripolares estes esforços são absorvidos por o efeito da cablagem, cobertura ou armadura. Os cabos unipolares devem fixar-se adequadamente ao longo do seu traçado.

Gráfico 1



16.14.3 - Corrente de Curto-Circuito

Nos gráficos seguintes estão indicadas as intensidades do curto-circuito admissíveis para os cabos com condutores em cobre ou alumínio, em função do tempo (segundos) de duração do curto-circuito e da secção nominal do condutor. Estas intensidades foram calculadas supondo:

1. Fenómeno de duração limitada
2. A temperatura antes do curto-circuito, é a máxima admissível em regime permanente, para cada tipo de isolamento.
3. A temperatura ao final do curto-circuito é a máxima admissível para o isolamento para este regime.
4. Todo o calor gerado acumula-se na massa do condutor incrementando a sua temperatura e por conseguinte o que se transmite ao exterior é nulo (processo adiabático). Nestas condições pode aplicar-se a fórmula:

$$I_{cc} = S * \frac{C}{\sqrt{t}}$$

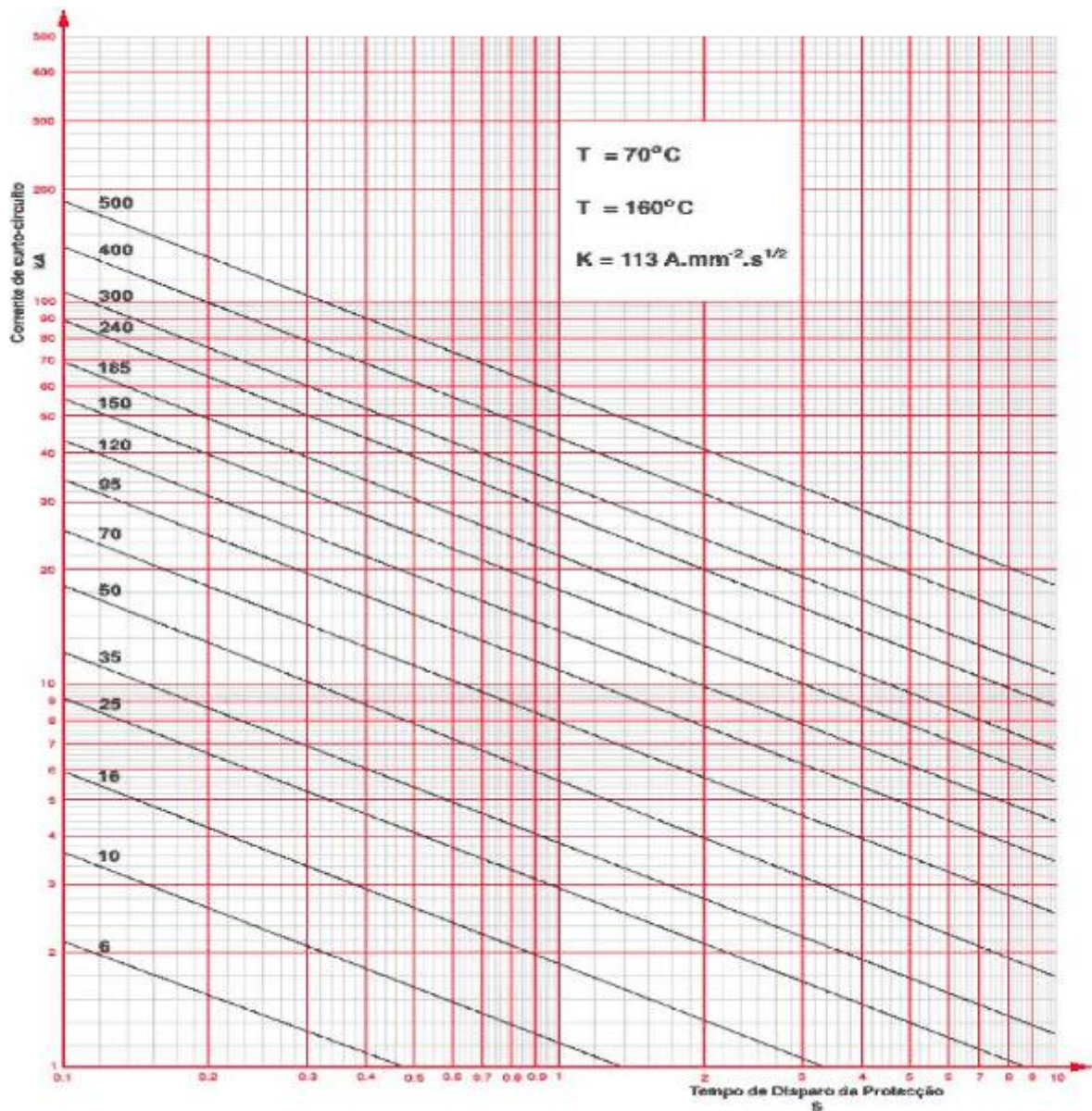
Sendo: I_{cc} – Corrente de curto-circuito admissível em A.
 S – Secção geométrica do condutor em mm²
 t – Tempo de duração do curto circuito, em segundos.
 C – Coeficiente que depende da natureza do condutor e das suas temperaturas ao início e final do curto-circuito.

- CURTO - CIRCUITOS
(cont.)

Coefficiente C

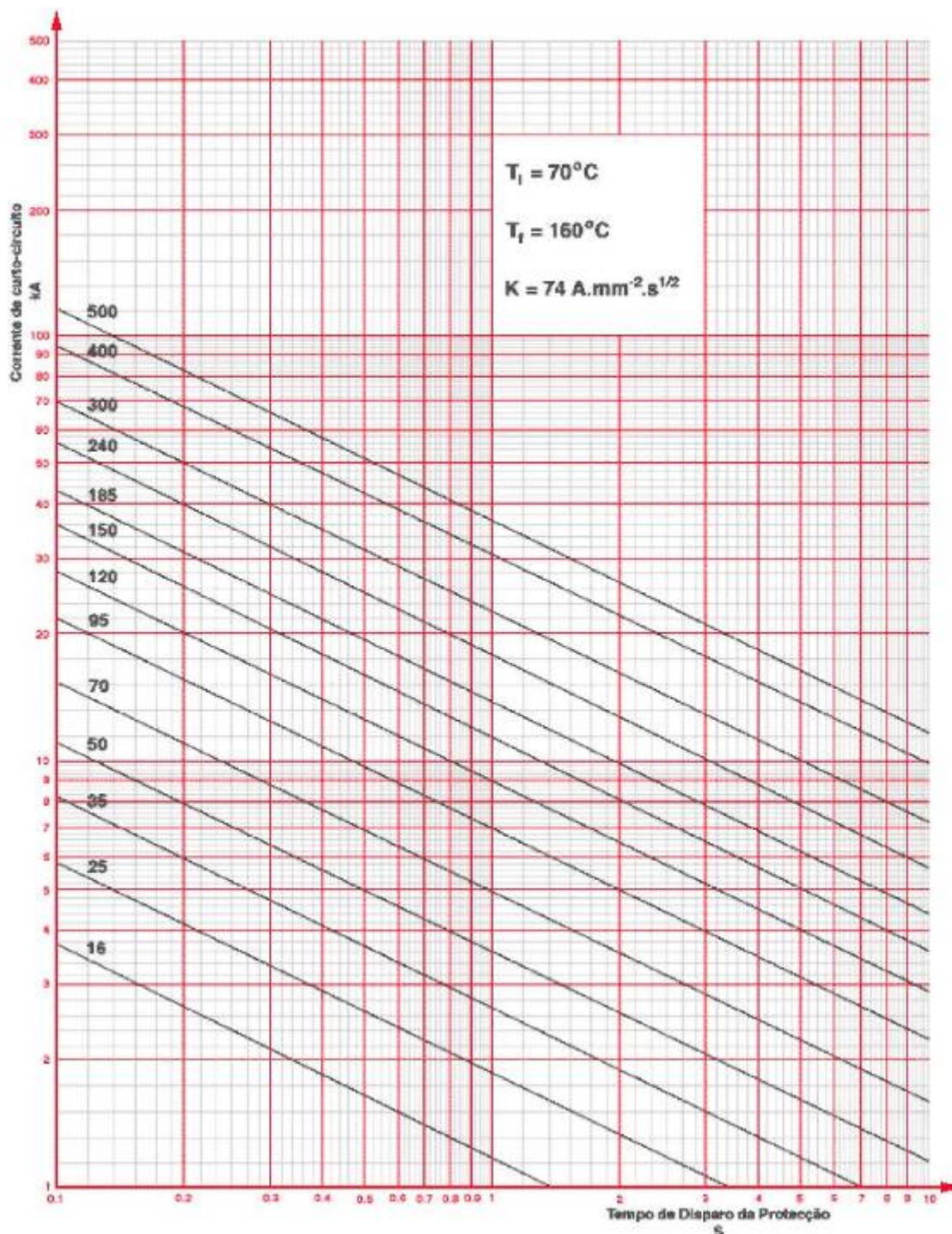
Condutor	Isolamento	
	PVC	EPR e XLPE
Cu	115	142
Al	75	93

COBRE:
tipo: VV, VAV



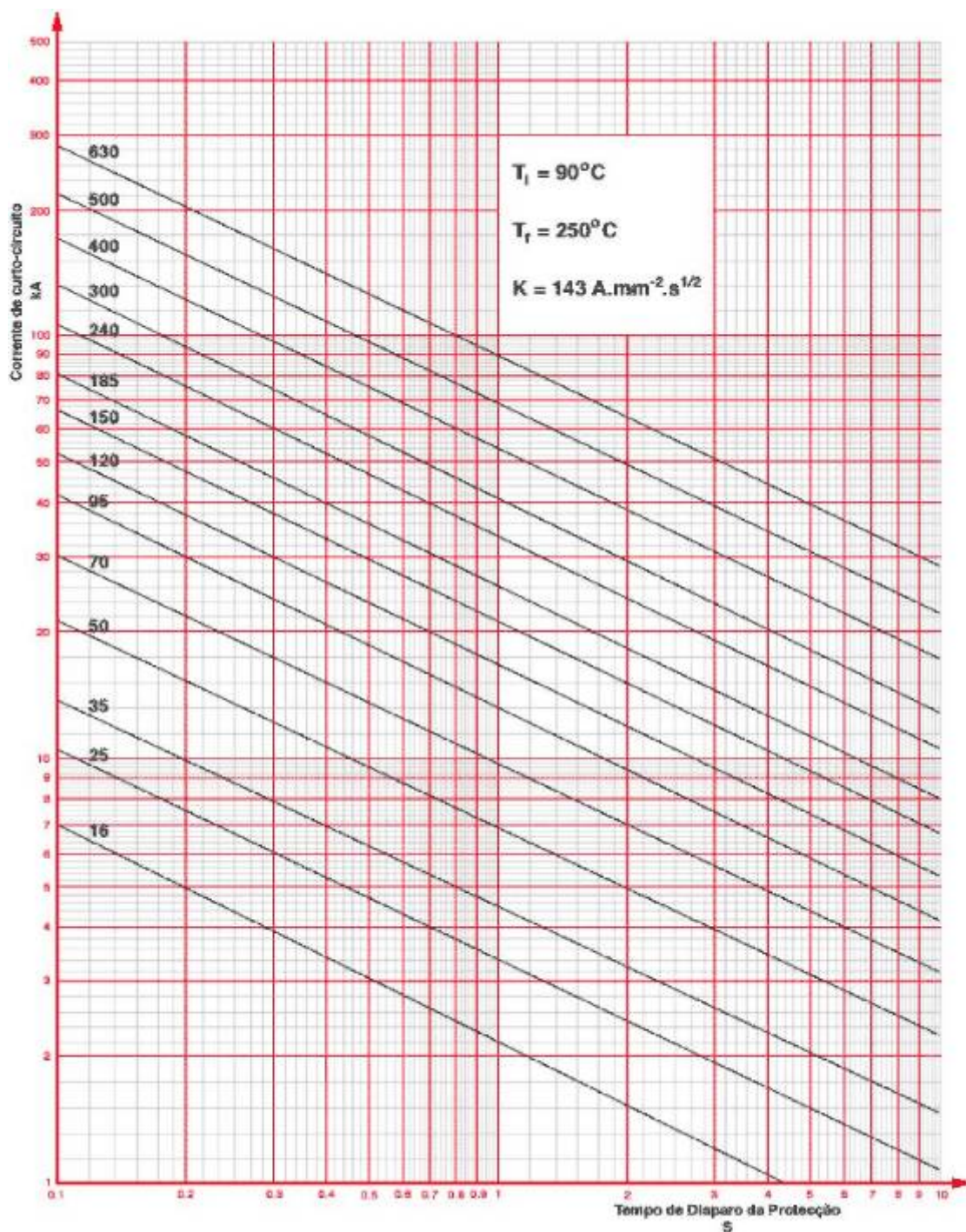
- CURTO - CIRCUITOS
(cont.)

ALUMÍNIO:
tipo: LVV, LVAV



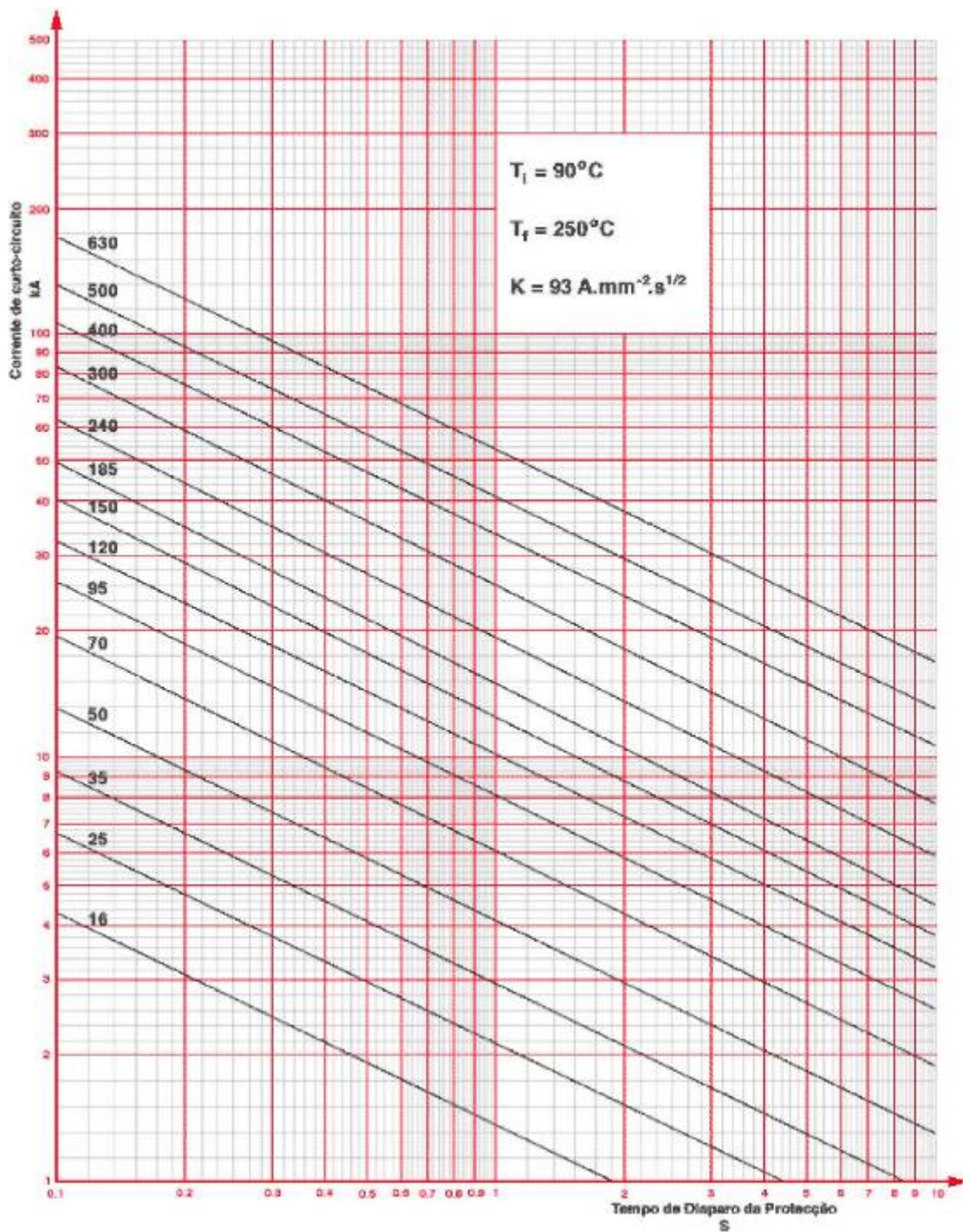
- CURTO - CIRCUITOS
(cont.)

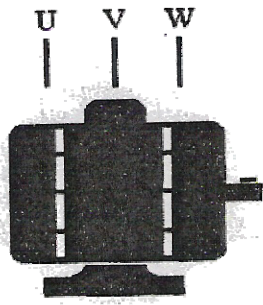
COBRE:
tipo: XV, XAV



- CURTO - CIRCUITOS
(cont.)

ALUMÍNIO:
tipo: LXV, LXAV



Correntes à carga nominal dos motores assíncronos de rotor em curto-circuito
Motores Trifásicos 4 pólos 50/60 Hz


Potência		220V	380V	660V	750V	1.000V
kW	HP	A	A	A	A	A
0,37	0,5	1,8	1,03	0,6	-	0,4
0,55	0,75	2,75	1,6	0,9	-	0,6
0,75	1,0	3,5	2,0	1,1	-	0,75
1,1	1,5	4,4	2,6	1,5	-	1,0
1,5	2,0	6,1	3,5	2,0	-	1,3
2,2	3,0	8,7	5,0	2,8	-	1,9
3,0	-	11,5	6,6	3,8	-	2,5
-	5,0	-	-	-	-	3,0
4,0	-	14,5	8,5	4,9	-	3,3
5,5	7,5	20,0	11,5	6,6	-	4,5
7,5	10,0	27,0	15,5	6,9	-	6,0
9,0	-	32,0	18,5	10,6	-	7,0
11,0	15,0	39,0	22,0	14,0	11,0	9,0
15,0	20,0	52,0	30,0	17,3	15,0	12,0
18,5	25,0	64,0	37,0	21,9	18,5	14,5
22,0	30,0	75,0	44,0	25,4	22,0	17,0
30,0	40,0	103	60,0	54,6	30,0	23,0
37,0	50,0	126	72,0	42,0	36,0	28,0
45,0	60,0	150	85,0	49,0	42,0	33,0
55,0	75,0	182	105	61,0	52,0	40,0
75,0	100,0	240	138	82,0	69,0	53,0
90,0	125,0	295	170	98,0	85,0	65,0
110,0	150,0	356	205	118	103	78,0
132,0	-	425	233	140	123	90,0
-	200,0	472	273	152	136	100
160,0	-	520	300	170	150	115
-	250,0	-	-	200	-	138
200,0	-	626	370	215	185	150
220,0	300,0	700	408	235	204	160
250,0	350,0	800	460	274	230	200

Estes valores são indicativos e variam consoante o tipo de motor, a sua polaridade e o construtor

15.16.1 - Nomenclatura dos cabos harmonizados, segundo as actuais normas CENELEC e as anteriores normas portuguesas NP 665 e NP 992.

H05RR-F	=	FBB
H07RN-F	=	FBBN
H05RN-F	=	FBN
H05V-K/H07V-K	=	FV
H05VV-H/H07VV-H	=	FVV
H05VVH2-F	=	FVVD

H05V-U/H07V-U/H07V-R	=	V
H1VZ4-U/H1VZ4-R	=	VAV
PT-N07VA7V-U	=	VHV
H1VV-U/H1VV-R	=	VV
PT-N05VVHZ-U	=	VVD
PT-N05VV-U(A05VV-U)	=	VV (300/500 V)

15.16.2 - Nomenclatura segundo as normas portuguesas NP 665 e NP 992 e as correspondentes, anteriormente usadas:

PCIAJ = NEKBA
PCIAV = NEKBY
PCIMJ = NEKFGbA
PCIMV = NEKFGbY
PCJ = NKA
PCMJ = NKFGbA
PCMV = NKFGbY
PCRJ = NKRA
PCRV = NKRY
PCV = NKY
PHC = NHK
PHCAJ = NHKBA
PHCAV = NHKBY
PHCJ = NHKA
PHCMJ = NHKGbA
PHCMV = NHKGbY
PHCRJ = NHKRA
PHCRV = NHKRY
PHCV = NHKY
TEE = PET
TEHEAVouE = PET armado
TEHEVouE = PT / Q
TEHVSouES = PET/ Q auto-suport.
TFFVV = CORDÃO TELEF.
TPC = NPC
TPCAJ = NPR
TPCAV = NPRP
TPCV = NPCP
TV = FC/ PU / JUMPER
TVD = FIT / ZP
TVHV = ZPP
TVV = Z 49
V = PBT
VAV = NYBY
VHIAV = NYSEBY
VHIMV = NYSEFGbY
VHIRV = NYSEY
VHIV = NYSEY
VHV = PBMR
VIAV = NYB (AI) Y
VMV = NYFGbY
VRV = NYRY
VV = NY
VVD = PBC



BCV = BCRP
FBB = CBE/CBN
FBBN = CBFN
FBN = CBN c/neo
FBT = CR
FBV = Cabo Elevador
FFB = CBE
FV = CBEP / PCT
FVD = PCBP
FVV = PCN
FVVD = PPF
LPC = NAK
LPCAJ = NAKBA
LPCAV = NAKBY
LPCRY = NAKRA
LPCIAJ = NAEKBA
LPCIAV = NAEKBY
LPCIMJ = NAEKFGbA
LPCIMV = NAEKFGbY
LPCJ = NAKA
LPCMJ = NAKFGbA
LPCMV = NAKFGbY
LPCRV = NAKRY
LPCV = NAKY
LPHC = NAHK
LPHCAJ = NAHKBA
LPHCAV = NAHKBY
LPHOJ = NAHKA
LPHCMJ = NAHKFGbA
LPHCMV = NAHKFGbY
LPHCRJ = NAHKRA
LPHCRV = NAHKRY
LPHCV = NAHKY
LVAV = NAYBY
LVHIAV = NAYSEBY
LVHIMV = NAYSEFGbY
LVHIRV = NAYSEY
LVHIV = NAYSEY
LVMV = NAYFGbY
LVRV = NAYRY
LVV = NAYY
PC = NK
PCAJ = NKBA
PCAV = NKBY

INDICATIVO	ORGANISMO DE NORMALIZAÇÃO	ABREVIATURA	PAÍS
ANSI	American National Standards Institute	ANSI	USA
BS	British Standards Institution	BSI	Grã-Bretanha
CEI	Comitato Electrotechnico Italiano	CEI	Itália
DIN/VDE	Verband Deutscher Electrotechniker	VDE	Alemanha
EN	Comité Européen de Normalisation	CENELEC	Europa
GOST	Gosudarstvenne Komitet Standard	GOST	Rússia
IEC	International Electrotechnical Commission	IEC	Mundo
JIS	Japanese Industrial Standard	JISC	Japão
NBN	Institut Belge de Normalisation	IBN	Bélgica
NEN	Nederlands Normalisatie Institut	NNI	Países- Baixos
NFC	Union Technique de l' Electricité	UTE	França
SAA	Standards Association of Australia	SAA	Austrália
UNE	Instituto Nacional de Racionalizacion e Normalizacion	IRANOR	Espanha

Sociedades de Classificação de Navios Mercantes

Indicativo	Sociedade de Classificação	País
BV	Bureau Veritas	França
DNV	Det Norske Veritas	Noruega
GL	Germanischer Lloyd	Alemanha
LROS	Lloyd's Register of Shipping	Reino Unido
NKK	Nippon Kaiji Kyokai	Japão
RINA	Registro Italiano Navale	Itália
RRS	Register of Shipping	Rússia

- NORMAS
(cont.)

	i = 	IMQ - Istituto Italiano del Marchio di qualità
	c = 	CSV/IMO - Certificato con sorveglianza
	a = 	AEE - Marca de conformidad a normas UNE
	d = 	DEMKO - Danmarks Elektriske Materiel Kontrol
	b = 	BSI - British Standard Institution
	v = 	VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker
	ö = 	ÖVE - Österreichischer Verband für Elektrotechnik
	f = 	FIMKO - Sähkötekniikan tutkimuskeskus / Elinspektion
	n = 	NEMKO - Norges Elektriske Materielkontroll
	s = 	SEMKO - Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten
	cb = 	CEBEC - Comité Electrotechnique Belge
	u = 	UTE - Union Technique de l'Electricité
	k = 	KEMA-KEUR - N.V. Tot Keuring Van Electrotechnische Materialen
	se = 	SEV - Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
	sa = 	SAA - Standard Association of Australia
	m = 	MEEI - Magyar elektrotechnikai ellenőrző intézet
	ir =	IRAM - Instituto Argentino de Normalizacion
	e = 	EVPU
	ez = 	EZU
	u = 	UL CLASSIFIED (USA)
 	ul = 	UL LISTED cUL
	g = 	GOST - Gosudarstvenne komitet sandardtov