1

Instalações Elétricas

Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa

MIEEC

(Aparelhagem e Canalizações)

João Martins

2018/2019

Alma condutora

A alma condutora pode ser caracterizada pelos seguintes aspectos:

- Natureza do metal condutor
  - cobre recozido, podendo ser estanhado
  - alumínio ou, em certas aplicações, ligas de alumínio para melhorar a resistência mecânica
- Secção Nominal
- Composição, a qual vai condicionar, nomeadamente, a flexibilidade
- Forma

Alma condutora

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	COBRE	ALUMÍNIO
Ponto de fusão	C	1083	660
Calor específico médio entre 0o e 100oC	Cal/g C	0,092	0,217
Coeficiente de variação da resistividade	/C	0,00393	0,00403
Coeficiente de dilatação linear	10-6/C	16,4	23,2
Massa volúmica	g/cm3	8,890	2,703
Tensão de ruptura	Kg/mm	25	7-10
Alongamento na ruptura	%	25-35	3
Condutividade a 20oC	S.m/mm2	58	36
Resistividade a 20oC	mm2/m	0,0172	0,0280
Grau de pureza	%	>99,9	>95,5

Alma condutora

Analisando o quadro anterior, permite estabelecer algumas conclusões:

- Considerando que o comprimento (l) e a corrente são fixos, então, se admitirmos que há igualdade de perdas, deverá ser:

$$R_{Al} = R_{Cu} \Rightarrow \rho_{Al} \frac{\ell}{S_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{\ell}{S_{Cu}}$$

Da equação anterior, resulta que:

$$S_{Al} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} S_{Cu}$$

Substituindo as resistividades, pelos valores do quadro anterior, obtém-se:

$$S_{Al} / S_{cu} = 1{,}635$$

1ª Conclusão: O cobre permite usar cabos de menor secção, o que é uma vantagem nas canalizações entubadas e/ou embebidas

Alma condutora

Sendo a tensão de ruptura do cobre superior á do alumínio, assim como o alongamento à ruptura …

2ª Conclusão: O cobre deverá ser usado sempre que tais características mecânicas sejam determinantes

Alma condutora

A massa de uma porção de cabo de alumínio de comprimento (l) e secção S_{al}, é dada por:

$$M_{Al} = 2{,}70\ S_{Al}\ \ell$$

e para o cobre

$$M_{Cu} = 8{,}89\ S_{Cu}\ \ell$$

Substituindo na 1ª equação o resultado anterior (1ª conclusão), obtém-se:

$$M_{Al} = \left(1{,}635 \frac{2{,}70}{8{,}89} = 0{,}5 \right) M_{Cu}$$

3ª Conclusão: Em igualdade de perdas, a utilização do alumínio, permite uma redução de 50% no peso dos condutores.

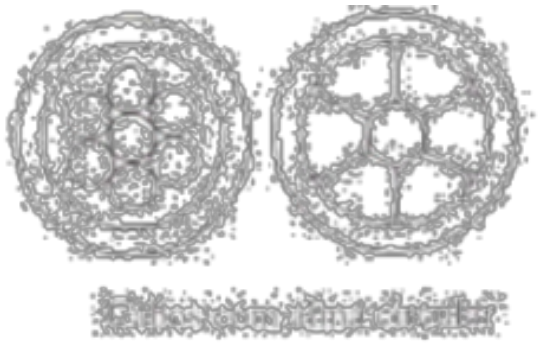
Composição e forma da alma condutora

Em função da secção nominal e do grau de flexibilidade desejado, a alma condutora poderá ser, quanto à composição:

- Maciça: isto é, constituída por um único condutor sólido, normalmente, para secções não muito elevadas
- Multifilar: isto é, constituída por diversos fios cablados entre si, o que pode conferir ao conjunto uma maior flexibilidade

Quanto à forma, podemos ter almas condutoras:

- Sectoriais (permitem uma melhor ocupação do espaço)
- Circulares





Alma condutora

O alumínio é muito usado em linhas aéreas, pese embora as suas piores características mecânicas.

Para melhorar estas, é comum a associação do aço ao alumínio.

Por outro lado, em igualdade de perdas, se poderem usar cabos de alumínio com cerca de 50% da massa dos correspondentes cabos em cobre, é um factor que aponta para que a utilização do alumínio seja mais económica

Camada Isolante

A camada isolante, é constituída por compostos dieléctricos sólidos, na maioria dos casos por extrusão. Aspectos como espessura, marcação dos condutores, cores de fabrico, são determinados por normas próprias.

Os diferentes isolantes (sintéticos) correntemente usados poderão ser agrupados, em:

- materiais termoplásticos
  - policloreto de vinilo – PVC
  - polietileno – PE
- elastómeros e polímeros reticuláveis
  - polietileno reticulado - PEX

Revestimento e bainhas dos condutores

Constituídos por um conjunto de camadas de materiais apropriados destinados a conferir ao cabo uma forma determinada, e assegurar a sua protecção contra efeitos exteriores. As partes desse revestimento que formam um tubo de matéria contínua, recebem o nome de bainhas

Enchimentos ou bainhas de enchimento – preenche os espaços vazios para dar ao conjunto uma geometria determinada

Bainhas de estanquidade (metálica ou sintética) – protege contra a humidade e agentes atmosféricos

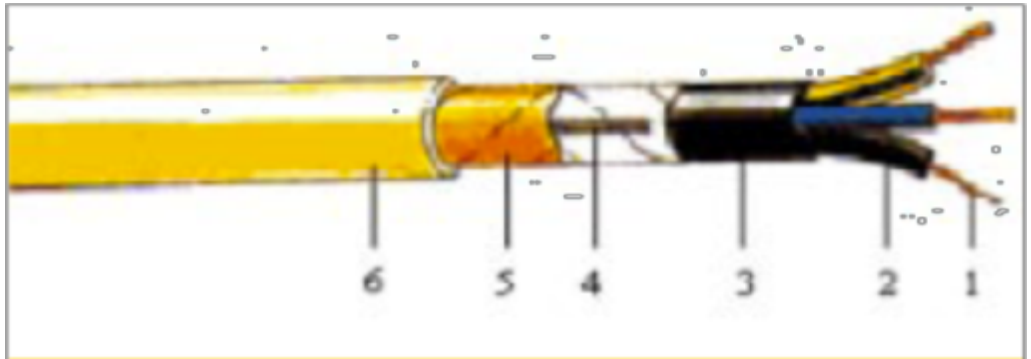
Armadura (fitas ou fios metálicos) – protecção mecânica reforçada

Revestimento exterior – faz a protecção química e mecânica do cabo

Constituição geral dos condutores isolados

Exemplo: PT-N07VA7V-U ou PT-N07VA7V-R

- Condutores rígidos de cobre macio.
- Isolamento de PVC.
- Bainha de regularização ou enfitagem.
- Blindagem de fita de alumínio.
- Fios de continuidade da blindagem.
- Enfitagem.
- Bainha exterior de PVC.



1 – Alma condutora
2 – Isolamento (invólucro isolante)
3 – Bainha interior
4 – Fios de continuidade
5 – Ecrã (blindagem)
6 – Bainha exterior

Constituição geral dos condutores isolados

Exemplo: PT-N07VA7V-U ou PT-N07VA7V-R

INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO

Instalações de utilização de energia, instalações industriais e instalações de comando e sinalização.

Podem ser montados ao ar livre, em caleiras ou condutas ou enterrados em valas.

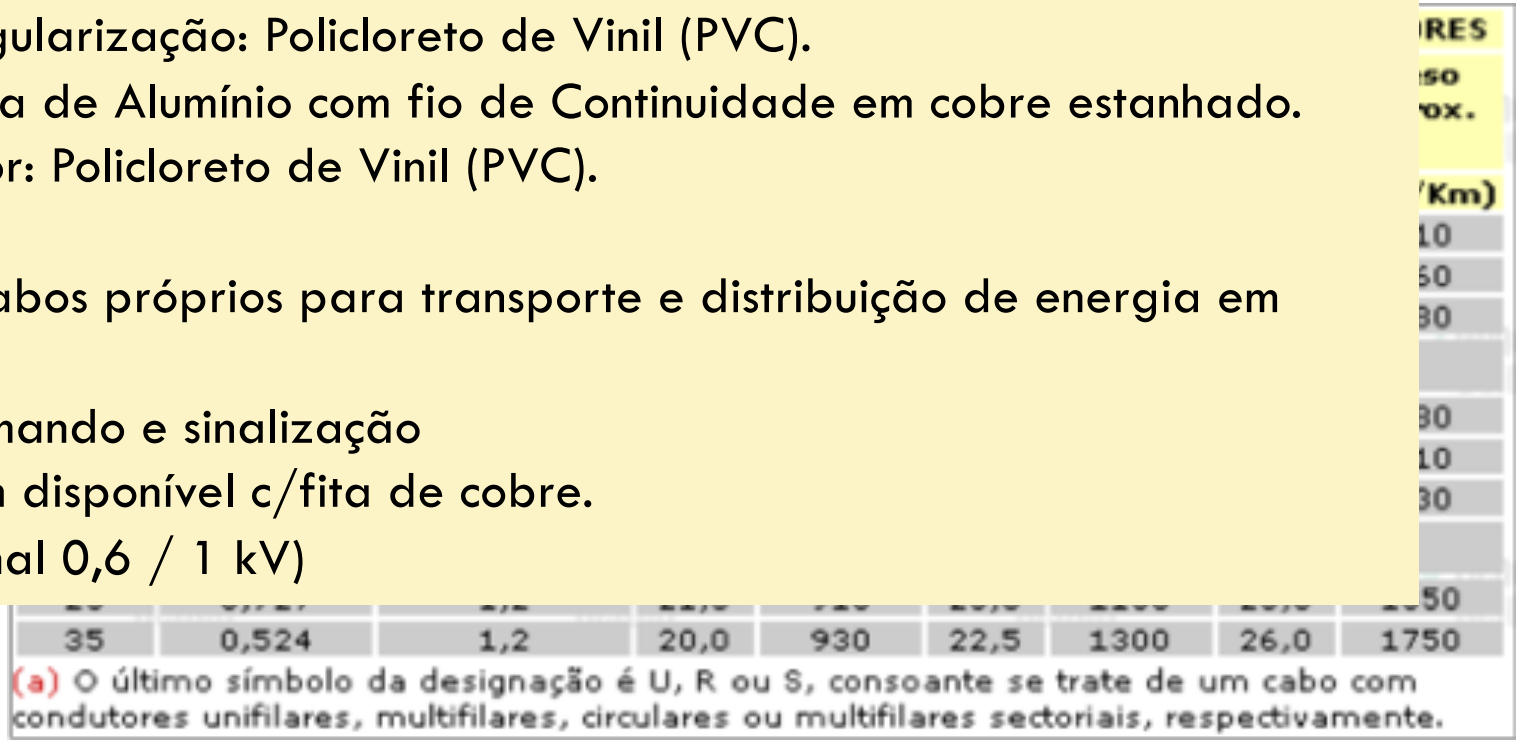
Secção nominal	Resistência do condutor a 20 C	Espessura do isolamento	2 CONDUTORES		3 CONDUTORES		4 CONDUTORES	
			Diâm. aprox.	Peso aprox.	Diâm. aprox.	Peso aprox.	Diâm. aprox.	Peso aprox.
(mm2)	(Ω/Km)	(mm)	(mm)	(Kg/Km)	(mm)	(Kg/Km)	(mm)	(Kg/Km)
1,5	2,1	0,7	10,5	150	11,0	175	12,0	210
2,5	7,41	0,8	11,5	185	12,0	215	13,0	260
4	4,61	0,8	13,0	260	14,0	310	15,0	380
6	3,08	0,8	14,5	320	14,0	350	16,5	480
10	1,83	1,0	16,5	450	17,5	500	19,0	710
16	1,15	1,0	18,5	620	20,0	800	21,5	930
25	0,727	1,2	21,5	910	23,0	1150	25,0	1350
35	0,524	1,2	20,0	930	22,5	1300	26,0	1750

(a) O último símbolo da designação é U, R ou S, consoante se trate de um cabo com condutores unifilares, multifilares, circulares ou multifilares sectoriais, respectivamente.

Constituição geral dos condutores isolados

Exemplo: PT-N07VA7V-U ou PT-N07VA7V-R

Norma: NP3324
Tensão de Ensaio: 2 kV
Tensão Nominal: 0,3 / 0,5 kV
Condutor: Cobre Classe 1
Isolamento: Policloreto de Vinil (PVC).
Cor do Isolamento: Ver Tabela Pag.15.07
Bainha de Regularização: Policloreto de Vinil (PVC).
Blindagem: Fita de Alumínio com fio de Continuidade em cobre estanhado.
Bainha Exterior: Policloreto de Vinil (PVC).
Cor: Creme
Aplicações: Cabos próprios para transporte e distribuição de energia em edifícios
industriais, comando e sinalização
Nota: Também disponível c/fita de cobre.
(Tensão Nominal 0,6 / 1 kV)



35	0,524	1,2	20,0	930	22,5	1300	26,0	1750

(a) O último símbolo da designação é U, R ou S, consoante se trate de um cabo com condutores unifilares, multifilares, circulares ou multifilares sectoriais, respectivamente.

Constituição de condutores e cabos eléctricos

A secção nominal do condutor neutro (N) deverá ser igual à da secção do condutores de fase para secções nominais =< a 10 mm^2

Fase	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
N	10	16	16	25	35	50	70	70	95	120	150	185	240	300	400

Cores de identificação dos condutores isolados e respectiva ordem sequencial

Composição/ Número de condutores isolados	Código de cores actual				Novo código de cores (HD 308.S2)	
	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						

Designação dos condutores - Norma HD361

A enorme diversidade de tipos de condutores e cabos eléctricos, determinam a existência de um sistema harmonizado para a sua designação.

Nas Regras Técnicas são referenciados dois métodos:

NP 665 e HD 361

Norma HD361

Normalização

Tensão

Constituintes

Isolamento

Revestimento metálico / Armadura

Bainha

Constituição

Forma

Natureza

Flexibilidade

Composição

Designação dos condutores - Norma HD361

Normalização		• Harmonizado • Tipo nacional reconhecido • Tipo nacional não reconhecido	H A PT-N
Tensão		• < 100 / 100 V • > 100 / 100 V ; < 300 / 300 V • 300 / 300 V • 300 / 500 V • 450 / 750 V	00 01 03 05 07
Constituintes	Isolamento	• Borracha de etileno-propileno • Etileno acetato de vinilo • Borracha • Borracha de silicone • Policloreto de vinilo • Polietileno reticulado	B G R S V X
	Revestimento metálico / Armaduras	• Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada • Condutor concêntrico de alumínio • Blindagem de alumínio • Armadura de fita de aço, galvanizado ou não	A2 A A7 Z4
	Bainha	• Etileno acetato de vinilo • Trança de fibra de vidro • Policloropreno • Borracha • Trança têxtil • Policloreto de vinilo	G J N R T V
Constituição	Forma	• Cabo circular • Cabo plano – condutores separáveis – condutores não separáveis	Sem letra H H2
	Natureza	• Cobre • Alumínio	Sem letra -A
	Flexibilidade	• Condutor flexível da classe 5 • Condutor flexível da classe 6 • Condutor ou cabo flexível para instalação fixa • Condutor rígido circular cableado • Condutor rígido sectorial cableado • Condutor rígido maciço circular • Condutor rígido maciço sectorial • Condutor tinsel	-F -H -K -R -S -U -W -Y
Composição		• Número de condutores • Ausência de condutor verde-amarelo • Existência de condutor verde-amarelo • Secção do condutor (mm2) • Identificação por coloração • Identificação por algarismo	 X G Sem letra N

Designação dos condutores - Norma HD361

Qual a designação de um cabo normalizado para 450/750V, com isolamento a PVC, em cobre rigido maciço circular, com um condutor de 10 mm2.



Especifique o cabo PT-N05VVH2-U3G4





Designação dos condutores - Norma HD361

Qual a designação de um cabo normalizado para 450/750V, com isolamento a PVC, em cobre rigido maciço circular, com um condutor de 10 mm2.

Normalização		• Harmonizado • Tipo nacional reconhecido • Tipo nacional não reconhecido	H A PT-N
Tensão		• < 100 / 100 V • > 100 / 100 V ; < 300 / 300 V • 300 / 300 V • 300 / 500 V • 450 / 750 V	00 01 03 05 07
Constituintes	Isolamento	• Borracha de etileno-propileno • Etileno acetato de vinilo • Borracha • Borracha de silicone • Policloreto de vinilo • Polietileno reticulado	B G R S V X
	Revestimento metálico / Armaduras	• Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada • Condutor concêntrico de alumínio • Blindagem de alumínio • Armadura de fita de aço, galvanizado ou não	A2 A A7 Z4
	Bainha	• Etileno acetato de vinilo • Trança de fibra de vidro • Policloropreno • Borracha • Trança têxtil • Policloreto de vinilo	G J N R T V
Constituição	Forma	• Cabo circular • Cabo plano – condutores separáveis – condutores não separáveis	Sem letra H H2
	Natureza	• Cobre • Alumínio	Sem letra -A
	Flexibilidade	• Condutor flexível da classe 5 • Condutor flexível da classe 6 • Condutor ou cabo flexível para instalação fixa • Condutor rígido circular cableado • Condutor rígido sectorial cableado • Condutor rígido maciço circular • Condutor rígido maciço sectorial • Condutor tinsel	-F -H -K -R -S -U -W -Y
Composição		• Número de condutores • Ausência de condutor verde-amarelo • Existência de condutor verde-amarelo • Secção do condutor (mm2) • Identificação por coloração • Identificação por algarismo	 X G Sem letra N

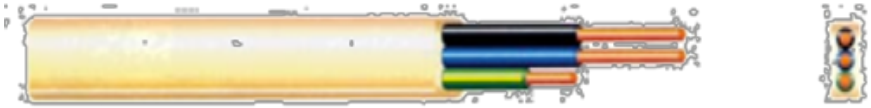


H05V-U

Designação dos condutores - Norma HD361

Especifique o cabo PT-N05VVH2-U3G4

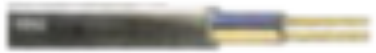
Normalização		• Harmonizado • Tipo nacional reconhecido • Tipo nacional não reconhecido	H A PT-N
Tensão		• < 100 / 100 V • > 100 / 100 V ; < 300 / 300 V • 300 / 300 V • 300 / 500 V • 450 / 750 V	00 01 03 05 07
Constituintes	Isolamento	• Borracha de etileno-propileno • Etileno acetato de vinilo • Borracha • Borracha de silicone • Policloreto de vinilo • Polietileno reticulado	B G R S V X
	Revestimento metálico / Armaduras	• Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada • Condutor concêntrico de alumínio • Blindagem de alumínio • Armadura de fita de aço, galvanizado ou não	A2 A A7 Z4
	Bainha	• Etileno acetato de vinilo • Trança de fibra de vidro • Policloropreno • Borracha • Trança têxtil • Policloreto de vinilo	G J N R T V
Constituição	Forma	• Cabo circular • Cabo plano – condutores separáveis – condutores não separáveis	Sem letra H H2
	Natureza	• Cobre • Alumínio	Sem letra -A
	Flexibilidade	• Condutor flexível da classe 5 • Condutor flexível da classe 6 • Condutor ou cabo flexível para instalação fixa • Condutor rígido circular cableado • Condutor rígido sectorial cableado • Condutor rígido maciço circular • Condutor rígido maciço sectorial • Condutor tinsel	-F -H -K -R -S -U -W -Y
Composição		• Número de condutores • Ausência de condutor verde-amarelo • Existência de condutor verde-amarelo • Secção do condutor (mm2) • Identificação por coloração • Identificação por algarismo	X G Sem letra N



- **Nacional não reconhecido**
- **300/500V**
- **Isolamento e bainha em PVC**
- **Cabo plano com condutores não separáveis**
- **Condutores rígidos maciços circulares**
- **3 condutores com verde/amarelo**
- **4 mm2 de secção**

Designação dos condutores - Norma HD361

Designações e caracteristicas dos Condutores e Cabos

Designação	Descrição	Tensão Estipulada	Instalação e Utilização	
H05V-U	- Condutor unifilar de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Em instalações de sinalização e controlo.	
H05V-K, H07V-K Anterior TV	- Condutor flexível de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V. 450/750 V	Em instalações fixas no interior, embebidas ou à vista.	
H07V-U, H07V-R Anterior V	- Condutor rígido de cobre macio unifilar (H07V-U) ou multifilar (H07V-R). - Isolamento de PVC.	450/750 V	Em instalações fixas, à vista ou embebidas, montagem de quadros e aparelhagem.	
PT- N05VV-U	- Condutores rígidos unifilares de cobre macio. - Isolamento de PVC. - Bainha de regularização. - Bainha de PVC.	300/500 V	Instalações interiores de utilização de energia, instalações protegidas estabelecidas no interior de aparelhos de utilização. Estes cabos não podem ser embebidos em betão.	
H05VV-F Anterior FVV	- Condutores flexíveis de cobre. - Isolamento de PVC. - Bainha de PVC.	300/500 V	Instalações interiores fixas e móveis. Sinalização e comando.	
PT-N05VVH2-U Anterior VVD	- Condutores unifilares de cobre macio, dispostos paralelamente. - Isolamentos de PVC. - Bainha de PVC.	300/500 V	No interior em instalações fixas à vista.	
H05VVH2 - F Anterior FVVD	- Condutor flexível de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Instalações interiores fixas e móveis. Sinalização e comando.	
H03VH - H Anterior FFVD	- Condutores extra flexíveis de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Ligação de receptores domésticos móveis.	
PT-N07VA7V U, PT-N07VA7V-R, PT-N07VA7V-S	- Condutores rígidos de cobre macio. - Isolamento de PVC. - Bainha de regularização ou enfitagem. - Blindagem de fita de alumínio. - Fios de continuidade da blindagem. - Enfitagem. - Bainha exterior de PVC.	450/750 V	Instalações de utilização de energia, instalações industriais e instalações de comando e sinalização. Podem ser montados ao ar livre, em caleiras ou condutas ou enterrados em valas.	
VV, XV	- Condutores rígidos de cobre macio. - Isolamento de PVC (VV) ou de polietileno reticulado (XV). - Bainhas de regularização ou enfitagem. - Bainha exterior de PVC.	0,6/1kV	Distribuição de energia, instalações industriais, de comando e sinalização. Podem ser montados ao ar livre, em caleiras ou condutas e enterrados em valas, devidamente protegidos.	

Selecção. das canaliz. em função das inf. externas

- Temperatura ambiente (AA);
- Presença de água (AD);
- Presença de corpos sólidos (AE);
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF);
- Impactos (AG), vibrações (AH) ou outras solicitações mecânicas (AJ);
- Presença de fauna (AL), flora ou bolores (AK);
- Radiação solar (AN);
- Efeitos sísmicos (AP);
- Movimentos do ar (AR);
- Estrutura dos edifícios (CB);
- Resistência eléctrica do corpo humano (BB);
- Contactos das pessoas com o potencial da terra (BC);
- Evacuação de pessoas em caso de emergência (BD);
- Natureza dos produtos tratados ou armazenados (BE);
- Materiais de construção (CA).

Selecção. das canaliz. em função das inf. externas

Influências externas	Critério base de selecção	Canalizações	Restrições à utilização
Temperatura ambiente (AA)	A temperatura ambiente mais elevada não deverá ser superior à temperatura limite de funcionamento	• Canalizações em PVC (utilizáveis até 70 °C) • Canalizações em XLPE e EPR (utilizáveis até 90 °C)	• Sem restrições
Presença de água (AD)	• As canalizações devem possuir um índice de protecção (IP) adequado de forma que não sofram danos devidos à penetração de água • As canalizações devem garantir a evacuação da água acumulada ou condensada	• Utilização de cabos com bainhas ou invólucros isolantes	• Utilização em instalações fixas
Resistência eléctrica do corpo humano (BB)	• As canalizações devem ser compatíveis com as condições de resistência do corpo humano (Normal / Baixa / Muito baixa)	• Utilização de qualquer tipo de canalizações • Utilização de canalizações da classe II (a) ou cabos com bainha metálica ligada à terra em condutas isolantes • Utilização de canalizações da classe II (a) em condutas isolantes	• Condições BB1 (b) • Condições BB2 (c) • Condições BB3 (d)

(a) São considerados da classe II os cabos que não possuem bainhas ou armaduras metálicas e que sejam usados a uma tensão não superior a metade da sua tensão estipulada.
(b) Pele seca ou húmida e resistência do solo elevada, em locais húmidos ou molhados.
(c) Pele molhada resistência do solo baixa, sem calçado e em locais molhados.
(d) Corpo humano imerso.

Selecção. das canaliz. em função das inf. externas

Condutas circulares (tubos)

Tipos (c)	Flexibilidade	Cor	Material	Utilização	Protecção contra impactos (AG)
VD	Rígido	Creme	PVC	Instalações embebidas (a) e à vista	IK 07
VM	Maleável	Creme	PVC	Instalações embebidas (a)	IK 07
VRM	Maleável	Cinzento	PVC	Instalações embebidas e à vista Em regra embebidos durante a betonagem em construção com estrutura laminar (construção túnel)	IK 08
ERM (b)	Maleável	Cinzento	PE	Instalações embebidas e à vista Em regra embebidos durante a betonagem em construção com estrutura laminar (construção túnel)	IK 08

(a) Só podem ser instalados antes da execução dos elementos de construção se não ficarem sujeitos a acções mecânicas importantes durante a construção.
(b) Estes tubos deverão ser de cor laranja quando combustíveis (propagadores da chama). Neste caso, deverão ser totalmente embebidos em materiais incombustíveis não podendo qualquer troço ser instalado à vista ou directamente nos espaços ocos das construções.
(c) Designações de acordo com a NP 1070 (1984).

Canalizações eléctricas habitacionais

Equipamentos	Características gerais	Características/Regras de instalação específicas
Condutores e cabos		
Tipos	• Recomendada a categoria 07 (450/750 V) • Em regra, monofásicas • Canalizações fixas constituídas por condutores isolados protegidos por condutas circulares (tubos) e cabos • Todos os circuitos dotados de condutor de protecção	• Condutores isolados dos tipos H07V-R ou H07V-U (NP 2356) • Tubos dos tipos VD, VM, VRM ou ERM (NP 1071) • Cabos rígidos dos tipos PT-N05VVH2-U (NP 3324), A05VV-R e A05VV-U (NP 2356), VV (CEI 502) e VAV (NP 2365) • Cabos flexíveis dos tipos H07RN-F e H05RR-F (NP 2357) e H05VV-F (NP 2356)
Secções	• A cálcular de acordo com os critérios de queda de tensão e de protecção contra sobreintensidades • Secções mínimas pré-definidas	Secções mínimas: • Iluminação: 1,5 mm² • Tomadas, termoacumuladores, máquinas de lavar/secar e climatização ambiente: 2, 5 mm² • Fogões/fornos: 4 mm² • É permitida a utilização da secção de 1,5 mm² na alimentação de tomadas ligadas a circuitos de iluminação desde que respeitadas condições especiais (Cap. 8.0.1.5.8 das RTIEBT) • Secções mínimas dos condutores de protecção (PE) de acordo com Quadro 24
Condutas		
Tipos	VD – VM – VRM – ERM	• Os tubos do tipo VRM e ERM destinam-se essencialmente à utilização em edifícios com estrutura laminar (construção tipo túnel)
Diâmetros	• Pré-definidos diâmetros mínimos	• Diâmetros mínimos em função do tipo e da secção dos condutores e cabos e dos tipos de tubos (ver Quadro 17 e Quadro 18)

Diâmetro nominal de tubos (Quadro 803C)

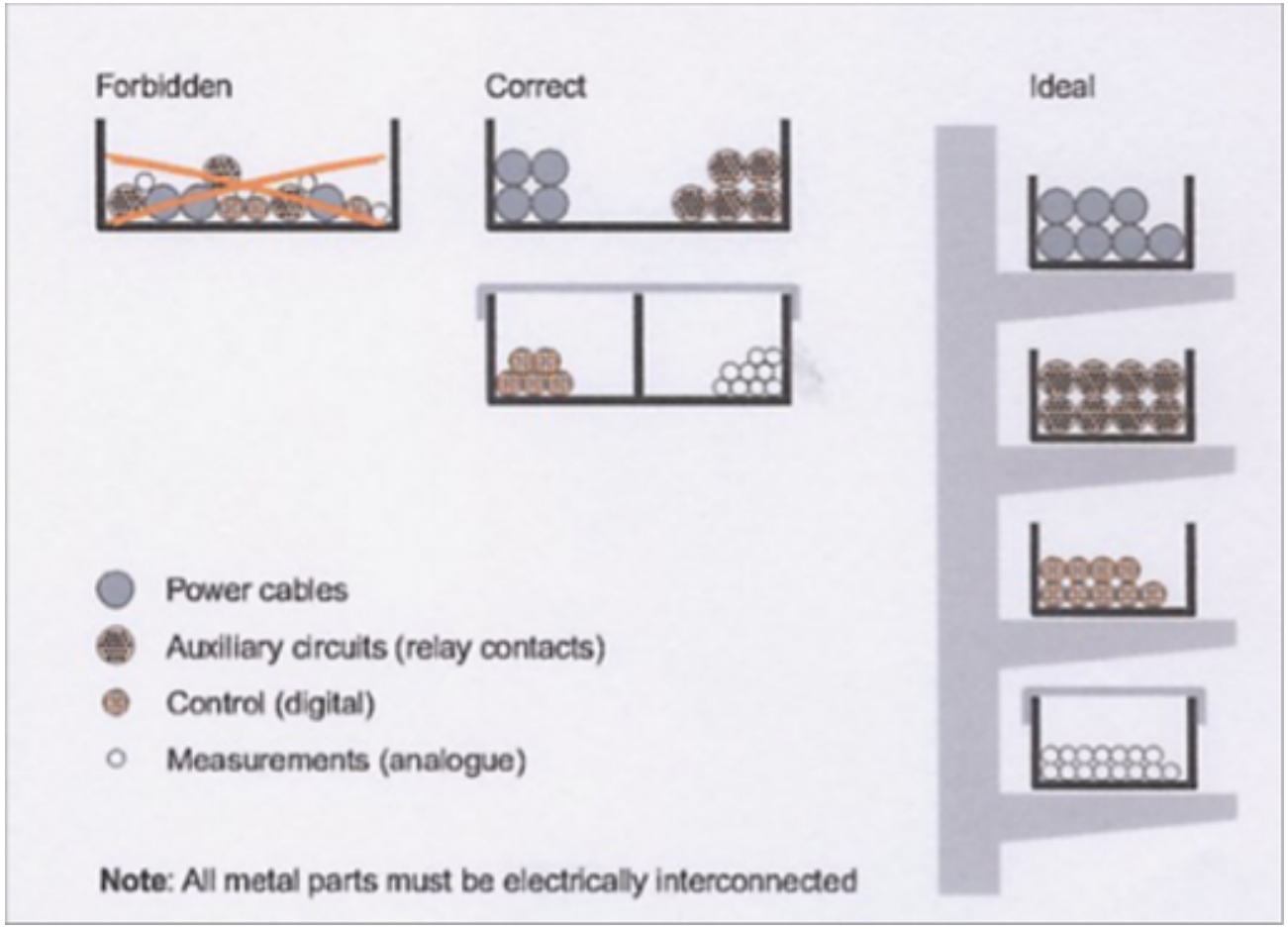
Secção nominal dos condutores (mm^2)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores (*)				
	1	2	3	4	5
10	32	32	32	40	40
16	32	32	40	40	50
25	32	40	50	50	63
35	32	50	63	63	63
50	40	50	63	75	75
70	40	63	75	75	90
95	50	63	90	90	90
120	50	75	90	110	110
150	63	90	110	110	110
185	63	90	110	110	-
240	75	110	-	-	-
300	75	110	-	-	-
400	90	-	-	-	-
500	110	-	-	-	-

(*) Para condutores de secção nominal superior a 16 mm^2, os valores correspondentes a quatro e a cinco condutores consideram que, respectivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida (condutor neutro - N e condutor de protecção - PE).

Estabelecimento de diferentes tipos de canaliz.

É recomendado separar electromagneticamente os diferentes grupos de cabos, quer no mesmo caminho de cabos, quer de preferência em caminhos de cabos diferentes.

A figura apresenta alguns exemplos em que são usados cabos de energia, circuitos auxiliares, cabos de controlo e cabos de medida.



Dimensionamento das canalizações eléctricas

O principal problema a ter em atenção na escolha dos cabos e condutores das canalizações eléctricas é a **libertação de calor**.

Desta forma é importante ter em atenção, entre outros, os seguintes aspectos:

- Colocação das canalizações (enterradas ou ao ar)
- Proximidade de outros condutores
- Secção dos condutores
- Tipos de isolamento
- Temperatura ambiente

Dimensionamento das canalizações eléctricas

Relativamente às instalações eléctricas deverá ter-se em conta os seguintes aspectos:

- A natureza dos locais;
- A natureza das paredes e dos outros elementos da construção que as suportam;
- A tensão nominal da instalação;
- As solicitações electromecânicas presumíveis em caso de curto-circuito;
- Outras solicitações que possam ser previsíveis durante a execução ou em serviço normal;
- As ligações, extremidades e fixações;
- A protecção contra as influências externas.

Relativamente ao dimensionamento das canalizações deverá ter-se em conta o seguintes aspectos:

- A temperatura máxima admissível nos condutores;
- A queda de tensão máxima admissível;
- As solicitações electromecânicas que possam ser susceptíveis de se produzir em caso de curto-circuito.

Dimensionamento das canalizações eléctricas

Critérios base para o dimensionamento das secções das canalizações

- sobrecargas
- curto-circuitos
- quedas de tensão
- protecção contra contactos indirectos
- avaliação económica

251.1 — Circuito (eléctrico) (de uma instalação): Conjunto dos equipamentos eléctricos de uma instalação alimentados a partir da mesma origem e protegidos contra as sobreintensidades pelo ou pelos mesmos dispositivos de protecção.

Uma conduta pode conter mais e um circuito...

Dimensionamento das canalizações eléctricas

No quadro 52F são indicados os modos de instalação das canalizações em função do tipo de condutor ou de cabo, devendo as influências externas estar adequadas às regras das Normas aplicáveis a esses condutores ou cabos.

QUADRO 52F

Selecção das canalizações

Condutores e cabos	Modos de instalação							
	Sem fixação	Fixação directa	Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos auto-suportados
Condutores nus	-	-	-	-	-	-	+	-
Condutores isolados	-	-	+	+	+	-	+	-
Cabos multicondutores(1)	+	+	+	+	+	+	0	+
Cabos monocondutores(1)	0	+	+	+	+	+	0	+

- - Interdito

+ - Permitido

0 - Não aplicável ou não utilizado na prática

(1) - incluindo os cabos armados e os cabos com isolamento mineral

Dimensionamento das canalizações eléctricas

Invólucro fechado por tampa, que garante uma protecção mecânica aos condutores isolados ou aos cabos, os quais são instalados ou retirados por processo que não inclua o enfiamento, e que permite a adaptação de equipamentos eléctricos.

de cabo, devendo as influências externas estar adequadas às regras das N… aplicáveis a condutores c…

Suportes horizontais para cabos, fixos numa das suas extremidades, dispostos espaçadamente e sobre os quais os cabos assentam.

QUADRO 52F

…o das canalizações

	Modos de instalação							
			Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos auto-suportados
Condutores nus	-	-	-	-	-	-	+	-
					+	-	+	-
					+	+	0	+
					+	+	0	+

+ - Permitido

0 - Não aplicável ou não utilizado na prática

(1) - incluindo os cabos armados e os cabos com isolamento mineral

Dimensionamento das canalizações eléctricas

No quadro 52G são indicados os modos de instalação das canalizações em função da sua situação particular

QUADRO 52G

Instalaçao das canalizaçoes

Situação	Modos de instalação							
	Sem fixação	Fixação directa	Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos auto-suportados
Ocos de construção	21,25, 73,74	*0*	22,73, 74	-	23	12,13,14, 15,16	-	-
Caleiras	43	43	41,42	31,32	4,24	12,13,14, 15,16	-	-
Enterradas	62,63	0	61	-	61	*0*	-	-
Embebidas	52,53	51	1,2,5	33	24	*0*	-	-
À vista	-	11	3	31,32, 71,72	4	12,13,14, 15,16	18	-
Linhas aéreas	-	-	*0*	34	-	12,13,14, 15,16	18	17
Imersas	81	81	*0*	-	*0*	*0*	-	-

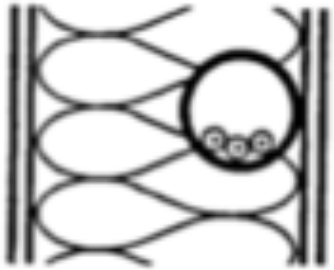
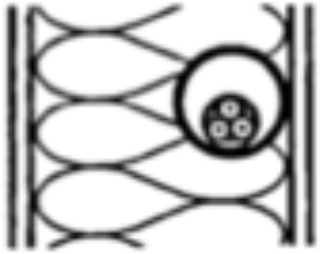
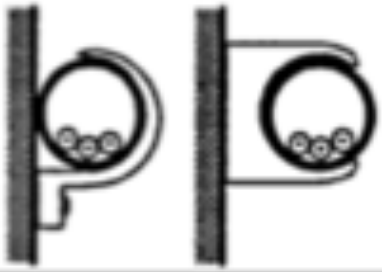
- - Interdito

0 - Não aplicável ou não utilizado na prática

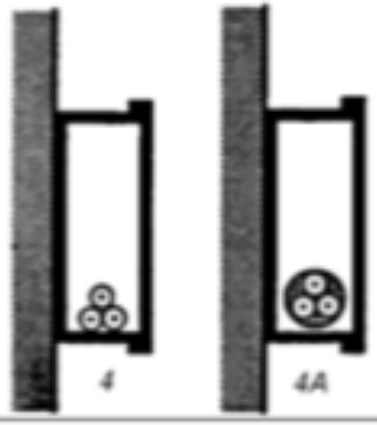
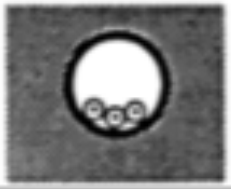
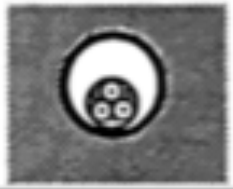
Canalizações eléctricas - modos de instalação

QUADRO 52H

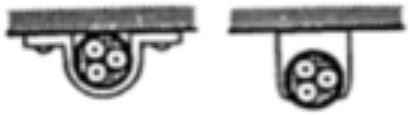
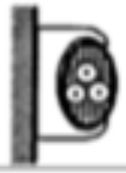
Exemplos de modos de instalação

Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª[1]
1	2	3	4
 *Local*	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	1	A
 *Local*	Cabos multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	2	A2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3	B

Canalizações eléctricas - modos de instalação

Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª (1)
1	2	3	4
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares montadas à vista	4	B2
	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista	4A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5A	(em estudo)

Canalizações eléctricas - modos de instalação

	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	11	C
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados aos tectos	11A	C [3]
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos não perfurados	12	C [2](3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos perfurados	13	E ou F [4](3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em consolas	14	E ou F [4] ou [5](2)(3) G
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados por braçadeiras e afastados dos elementos da construção	15	E ou F [4] ou [5](2)(3) G

Dimensionamento das canalizações eléctricas

Uma vida útil satisfatória para os condutores (alma e isolamento) só existe se os esforços térmicos a que ficam sujeitos em serviço e condições normais não ultrapassem os que resultam do respeito por temperaturas máximas apropriadas de funcionamento (dados dos fabricantes e/ou especificados nas novas regras técnicas)

As correntes admissíveis para condutores e cabos em função do tipo de isolamento, da alma, do número de condutores carregados e da secção, para uma dada temperatura ambiente de referência (30°C).

Correntes máxima c

Correntes admissíveis para condutores e cabos (Monofásico)
QUADRO 52-C1
Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C
(de acordo com o quadro 52H)
Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- Dois condutores carregados
- Cobre ou alumínio
- Temperatura da alma condutora: 70°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27
4	26	32	36
6	34	41	46
10	46	57	63
16	61	76	85
25	80	101	112
35	99	125	138
50	119	151	168
70	151	192	213
95	182	232	258
120	210	269	299
150	240	-	344
185	273	-	392
240	320	-	461
300	367	-	530
Condutores de alumínio			
2,5	15,0	18,5	21
4	20	25	26
6	26	32	36
10	36	44	49
16	48	60	66
25	63	79	83
35	77	97	103
50	93	118	125
70	118	150	160
95	142	181	195
120	164	210	226
150	189	-	261
185	215	-	298
240	252	-	352
300	289	-	406

(*) - Para $S \leq 16\ mm^2$, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para $S > 16\ mm^2$, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Correntes máxima c

Correntes admissíveis para condutores e cabos (Trifásico)
QUADRO 52-C3
Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C
(de acordo com oquadro 52H)
Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- Três condutores carregados
- Cobre ou alumínio
- Temperatura da alma condutora: 70°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
2,5	18,0	21	24
4	24	28	32
6	31	36	41
10	42	50	57
16	56	68	76
25	73	89	96
35	89	110	119
50	108	134	144
70	136	171	184
95	164	207	223
120	188	239	259
150	216	-	299
185	245	-	341
240	286	-	403
300	328	-	464
Condutores de alumínio			
2,5	14,0	16,5	18,5
4	18,5	22	25
6	24	28	32
10	32	39	44
16	43	53	59
25	57	70	73
35	70	86	90
50	84	104	110
70	107	133	140
95	129	161	170
120	149	186	197
150	170	-	227
185	194	-	259
240	227	-	305
300	261	-	351

(*) - Para S ≤ 16 mm2, admite-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção setorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Correntes máxima admissíveis

Correntes admissíveis para condutores e cabos (Monofásico/Trifásico)
QUADRO 52-C13
Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A2 e B2 (de acordo com oquadro 52H)
Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- Dois ou três condutores carregados
- Cobre ou alumínio
- Temperatura da alma condutora: 70°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Dois condutores carregados		Três condutores carregados	
Mét. ref. ⇒	A2	B2	A2	B2
Coluna ⇒	2	3	4	5
Condutores de cobre				
1,5	14	16,5	13	15
2,5	18,5	23	17,5	20
4	25	30	23	27
6	32	38	29	34
10	43	52	39	46
16	57	69	52	62
25	75	90	68	80
35	92	111	83	99
50	110	133	99	118
70	139	168	125	149
95	167	291	150	179
120	192	232	172	206
150	219	-	196	-
185	248	-	223	-
240	291	-	261	-
300	334	-	298	-

Correntes máxima admissíveis

Correntes admissíveis para condutores e cabos (Monofásico/Trifásico)
QUADRO 52-C9
Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G (de acordo com o quadro 52H)
Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- Cobre
- Temperatura da alma condutora: 70°C
- Temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Cabos multicondutores		Cabos monocondutores				
	Dois condutores carregados[1]	Três condutores carregados[1]	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em esteira		
					Sem afastamento[2]	Com afastamento[2]	
						Horizontal	Vertical
Mét. ref.⇒	E	E	F	F	F	G	G
Coluna ⇒	1	2	3	4	5	6	7
1,5	22	18,5	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-
10	70	60	-	-	-	-	-
16	94	80	-	-	-	-	-
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	-	-	754	656	689	852	795
500	-	-	868	749	789	982	920
630	-	-	1 005	855	905	1 138	1 070

(1) - Para S ≤ 16 mm2, admite-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção setorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Correntes máxima admissíveis

Para determinação das correntes admissíveis reais na instalação, aqueles valores deverão ser multiplicados por factores que tenham em conta, quando aplicáveis, os seguintes parâmetros de correcção:

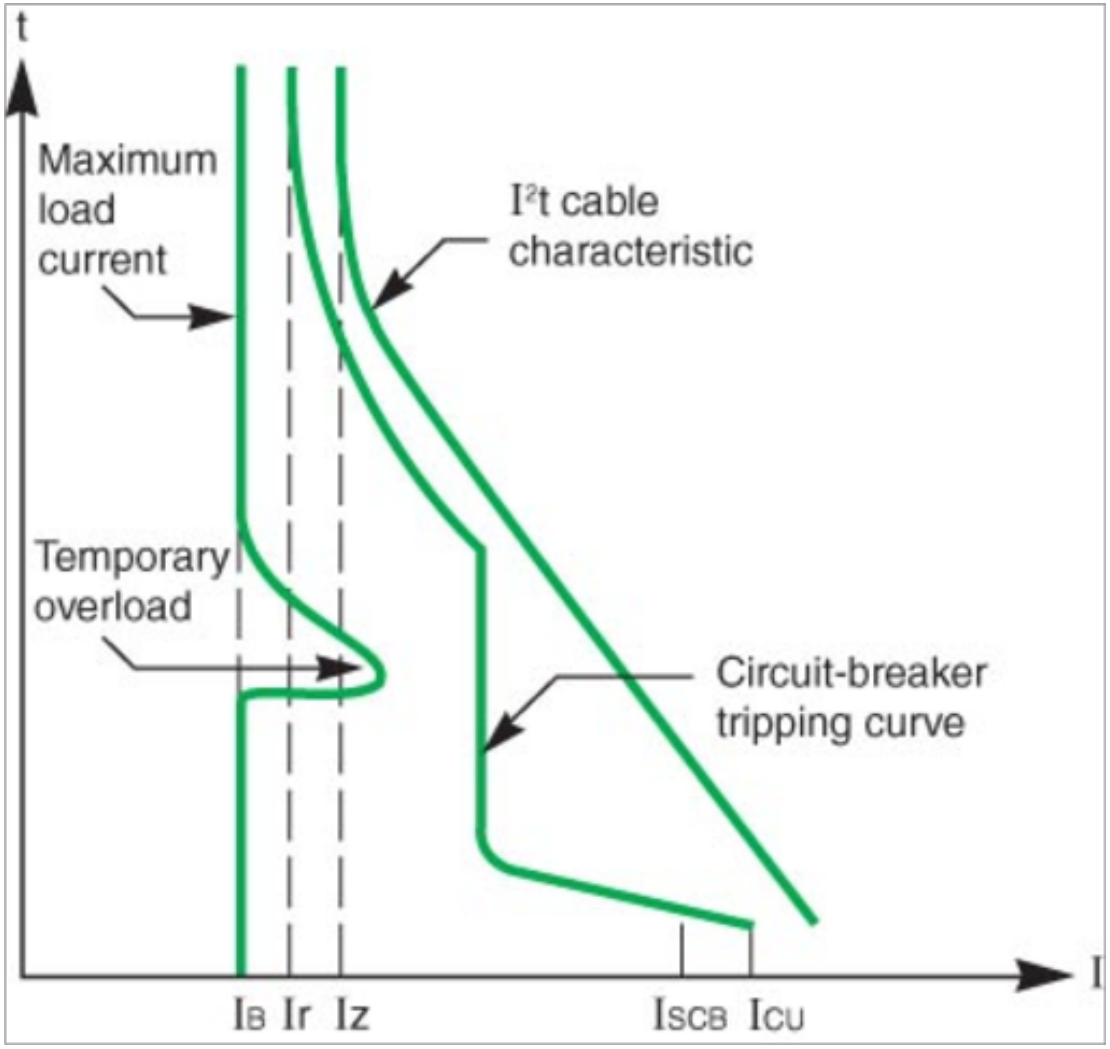
- Temperatura ambiente – aplicáveis a canalizações instaladas ao ar;
- Temperatura do solo;
- Agrupamentos de condutores e de cabos;
- Resistividade térmica do solo – aplicáveis a cabos enterrados.

O critério base de escolha da secção de um condutor ou cabo consiste na verificação de que a corrente de serviço previsível é igual ou inferior à corrente máxima admissível para a canalização.

Correntes máxima admissíveis

A corrente máxima admissível para a canalização depende da capacidade de dissipação térmica do cabo.

Quando sujeitos a correntes de curto circtuito o comportamento térmico dos cabos, por períodos de 5 segundos, segue a seguinte fórmula: $I^2t=k^2S^2$

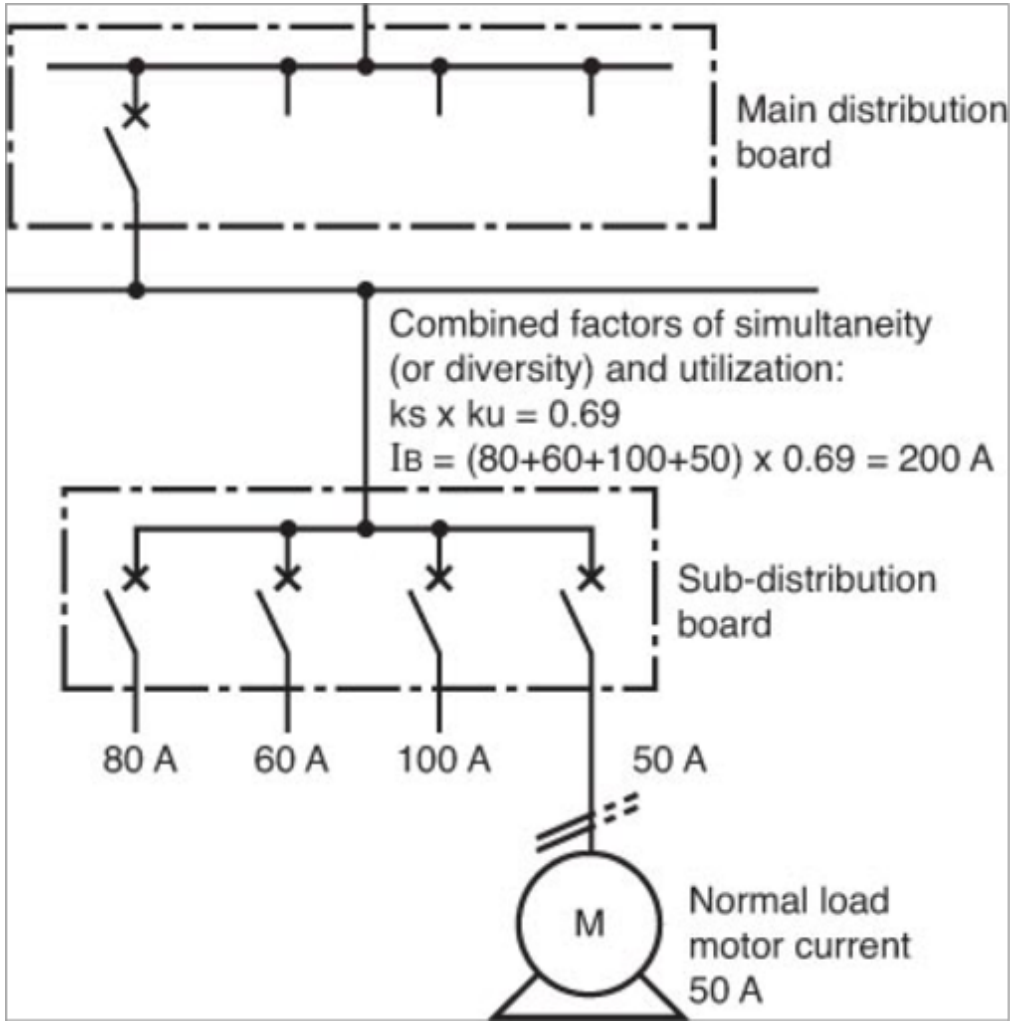


Correntes máxima admissíveis

A **corrente de serviço** num equipamento terminal depende da potência desse equipamento

No caso de motores deve ter-se em atenção a corrente de arranque

No caso de canalizações entre quadros poder-se-á ter em atenção coeficientes de utilização e simultaneidade



Correntes máxima admissíveis

- A intensidade de corrente máxima admissível será a que resultar da aplicação simultânea dos vários coeficientes de correcção, de acordo com a seguinte expressão:

$$I_{Zreal} = I_{Zfabricante} \times k_1 \times k_2 \times \cdots \times k_n$$

- O critério de escolha do cabo ou condutor é definido pela seguinte expressão:

$$I_B \leq I_{Zreal}$$

Correntes máxima admissíveis

Coeficientes de Correcção

QUADRO 52-D1

Factores de correcção em função das temperaturas ambientes para canalizações instaladas ao ar (a aplicar aos valores das correntes indicadas nos Quadros 52-C1 a 52-C14)

Temperatura ambiente (°C)	Isolamento			
	PVC	XLPE/EPR	Mineral(*)	
			(a)	(b)
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,76	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

(*) Para temperaturas ambientes superiores, consultar os fabricantes.
(a) - Cabos com bainha em PVC ou cabos nus e acessíveis (70°C).
(b) - Cabos nus e inacessíveis (105°C).

Correntes máxima admissíveis

Coeficientes de Correcção

QUADRO 52-E1

Factores de correcção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, Instalados ao ar, lado a lado, em camada simples

(a aplicar aos valores dos quadros 52-C1 a 52-C14)

Ref	Disposição dos cabos	Factor de correcção												Quadros e métodos de referência
		N.º de circuitos ou de cabos multicondutores												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Encastrados ou embebidos em elementos da construção	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52-C1 a 52-C14 A a F
2	Sobre as paredes ou pisos ou sobre caminhos de cabos não perfurados	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	O factor de correcção não diminui a partir de 9 cabos			52-C1 a 52-C6 C
3	Nos tectos	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Em canalizações sobre caminhos de cabos, horizontais perfurados ou verticais	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				52-C7 a 52-C12 E, F
5	Sobre escadas (para cabos), consola, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Correntes máxima admissíveis

Coeficientes de Correcção

QUADRO 52-E2

Factores de correcção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m

Número de cabos ou de canalizações	Factor de correcção
1	1,00
2	0,85
3	0,78
4	0,72
6	0,62
≥ 9	0,55