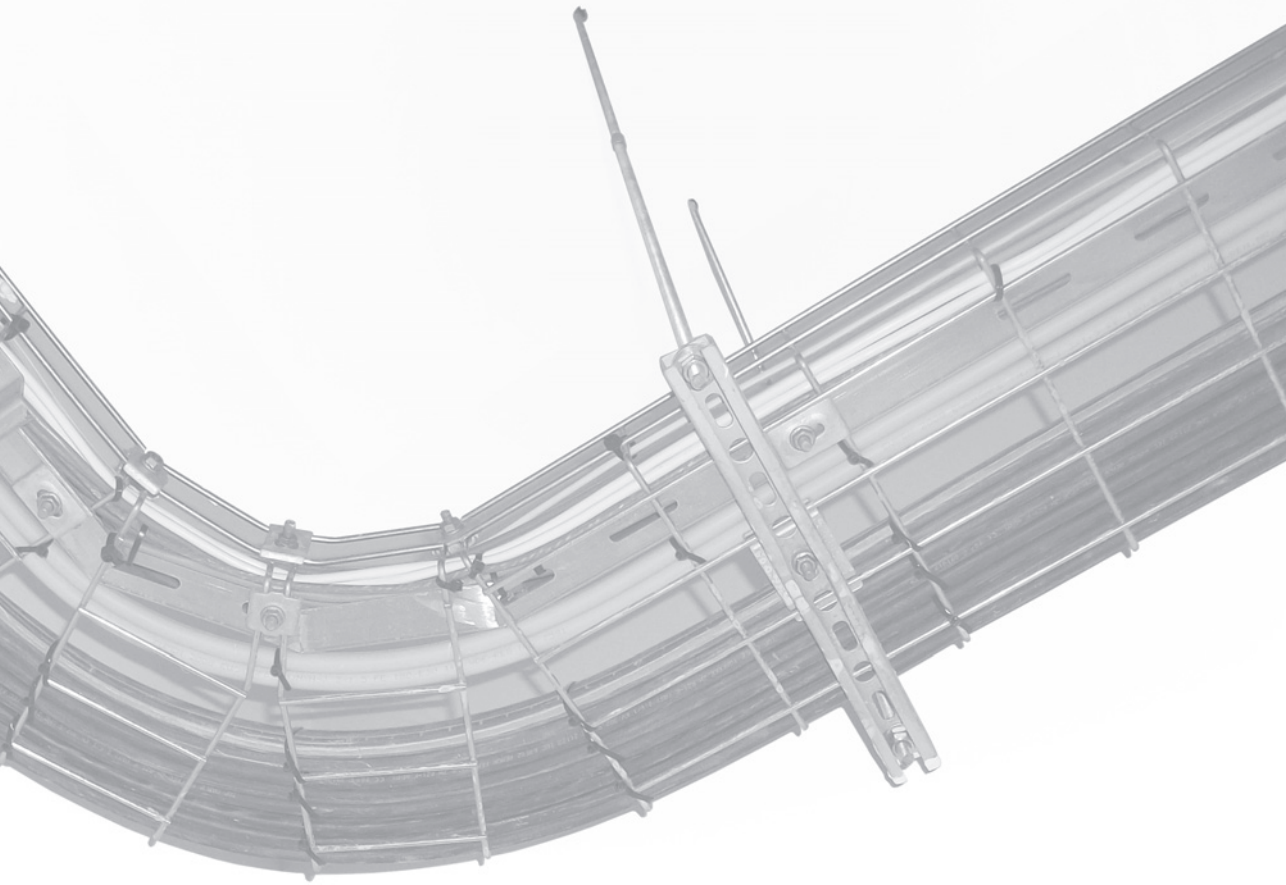


António Augusto Araújo Gomes

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

SEGUNDO AS REGRAS TÉCNICAS
DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Publindústria

Índice

Nota de abertura ..... **IX**
Prefácio ..... **XI**

1. Aspetos gerais **1**
1.1. Generalidades 1
1.2. Canalização elétrica 1
1.2.1. Definições 1
1.2.2. Tipo de canalizações elétricas 2
1.2.3. Elementos constituintes de uma canalização elétrica 3

2. Designação de condutores isolados e cabos **25**
2.1. Generalidades 25
2.2. NP-665 26
2.2.1. Generalidades 26
2.2.2. Parte 1 – Elementos e materiais constituintes 26
2.2.3. Parte 2 – Composição 27
2.2.4. Parte 3 – Tensão estipulada 28
2.2.5. Informações complementares 29
2.2.6. Tabela resumo 30
2.2.7. Exemplos de designação 32
2.3. HD-361 35
2.3.1. Generalidades 35
2.3.2. Parte 1 – Normalização 36
2.3.3. Parte 2 – Tensão estipulada 36
2.3.4. Parte 3 – Elementos constituintes 37
2.3.5. Parte 4 – Construção 37
2.3.6. Parte 5 – Composição 37
2.3.7. Tabela resumo 39
2.3.8. Exemplos de designação 40

3. Estabelecimento das canalizações elétricas 43
3.1. Generalidades 43
3.2. Braçadeiras (cerra-cabos) 44
3.3. Caleira 44
3.4. Calha (coberta) 45
3.5. Caminho de cabos 46
3.6. Canalização fixa a superfícies de apoio 46
3.7. Canalização pré-fabricada 46
3.8. Conduta 47
3.9. Consola 48
3.10. Ducto 48
3.11. Escada (para cabos) 49
3.12. Galeria 50
3.13. Oco da construção 50
3.14. Roço 51
3.15. Travessia 51
3.16. Vala (ou trincheira) 52

4. Modos de instalação das canalizações elétricas 53
4.1. Generalidades 53
4.2. Modos de instalação 53

5. Seleção do modo de instalação das canalizações elétricas 61
5.1. Generalidades 61
5.2. Procedimento de seleção 61

6. Correntes admissíveis nas canalizações elétricas 65
6.1. Generalidades 65
6.2. Procedimento de consulta das correntes admissíveis 66
6.3. Correntes admissíveis nas canalizações elétricas 70
6.3.1. Generalidades 70
6.3.2. Tabelas de correntes admissíveis 71

7. Fatores de correção das correntes admissíveis 89
7.1. Generalidades 89
7.2. Temperatura ambiente 90
7.3. Radiação solar 96
7.4. Temperatura do solo 96
7.5. Resistividade térmica do solo 101

7.6. Agrupamentos de condutores ou cabos 104
7.6.1. Generalidades 104
7.6.2. Fatores de correção 104
7.7. Condutores em paralelo 113
7.7.1. Generalidades 113
7.7.2. Disposição dos cabos 114
7.8. Outros aspetos particulares 116

8. Identificação e marcação das canalizações elétricas 119
8.1. Generalidades 119
8.2. Cabos monocondutores 119
8.3. Cabos multicondutores e cordões 120
8.4. Identificação alfanumérica dos cabos 121
8.5. Marcação de cabos 122

9. Condutas 123
9.1. Definições 123
9.2. Designação simbólica de condutas circulares (tubos) 124
9.2.1. Generalidades 124
9.2.2. Parte 1 – Elementos e materiais constituintes 124
9.2.3. Parte 2 – Diâmetro nominal 125
9.2.4. Exemplos de designação 126
9.3. Dimensionamento das condutas 128
9.3.1. Generalidades 128
9.3.2. Condutas de instalações coletivas e entradas 128

Lista de figuras 133
Lista de tabelas 135

1. Aspetos gerais

1.1. Generalidades

A seleção do modo de instalação das canalizações em função do tipo de utilização, das condições de influência externa e de aspetos técnicos-económicos, reveste-se de extrema importância, aquando da realização do projeto, da execução e da exploração das instalações.

Uma adequada seleção do tipo de canalização e do seu modo de instalação poderá maximizar a segurança, a fiabilidade, a funcionalidade e os custos de execução e exploração das instalações.

O dimensionamento e a proteção das canalizações serão realizados com base no seu modo de instalação pois, entre outros aspetos, este determina as correntes admissíveis nos condutores, elemento base para a seleção dos condutores e para a seleção e definição das características dos equipamentos de proteção.

Corrente (permanente) admissível (de um condutor)
Valor máximo da corrente que pode percorrer, em permanência, um condutor em dadas condições sem que a sua temperatura, em regime permanente, ultrapasse um valor especificado.

1.2. Canalização elétrica

1.2.1. Definições

CANALIZAÇÃO ELÉTRICA

Uma canalização elétrica consiste num conjunto constituído por um ou mais condutores elétricos e pelos elementos que asseguram o seu isolamento elétrico, as suas proteções, mecânicas, químicas e elétricas e a sua fixação, devidamente agrupados e com aparelhos de ligação comuns.

Ligação
Termo geral que designa todas as ligações elétricas destinadas a garantir a continuidade entre dois ou mais sistemas condutores (condutores, elementos condutores, equipamento elétrico, aparelhagem, etc.).

Certos textos internacionais utilizam o termo "conexão" em vez do termo "ligação".

3.5. Caminho de cabos

Um caminho de cabos pode ser, ou não, perfurado.

Para efeitos de determinação da corrente admissível, um caminho de cabos munido de uma tampa na altura da sua instalação é considerado como sendo uma conduta.

Um caminho de cabos é um suporte constituído por uma base contínua, dotada de abas e sem tampa.

Esta solução de distribuição de energia elétrica é normalmente utilizada em parques de estacionamento, fábricas, etc.

A figura 26 mostra exemplos de caminhos de cabos, em esteira metálica perfurada em varão eletrossoldado e esteira plástica perfurada.

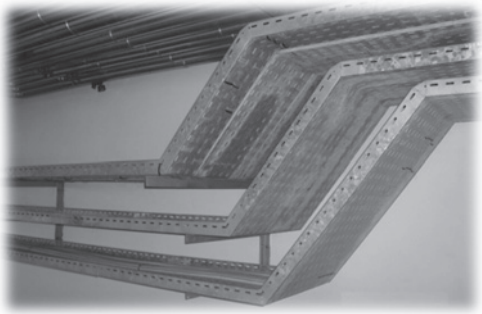


Figura 26. Caminhos de cabos

3.6. Canalização fixa a superfícies de apoio

A superfície de apoio pode ser uma parede, teto, divisória, pavimento, etc.

Uma canalização fixa a superfícies de apoio é uma canalização instalada sobre uma superfície de apoio ou na sua proximidade imediata, constituindo essa superfície, um meio de fixação e, eventualmente, de proteção.

3.7. Canalização pré-fabricada

Uma canalização pré-fabricada é composta por aparelhagem e por elementos que podem ter, ou não, dispositivos de derivação. O termo "barra condutora" aplica-se quaisquer que sejam a forma geométrica e as dimensões do condutor.

As canalizações pré-fabricadas devem satisfazer a Norma EN-60439-2 e devem ser instaladas de acordo com as instruções do seu fabricante.

Uma canalização pré-fabricada consiste num conjunto montado em fábrica contendo, numa conduta ou num invólucro, barras condutoras separadas e suportadas por elementos isolantes.

As canalizações pré-fabricadas são fáceis de instalar e de alterar, adaptando-se eficazmente a soluções de interiores, integrando-se de uma forma harmoniosa no espaço envolvente.

Apesar de serem sistemas normalmente rígidos, dispõem de elementos apropriados para curvaturas das mais diversas formas, permitindo em casos

A mesma informação poderá ser obtida, consultando a "*Tabela 22 – Método de referência para consulta das correntes admissíveis nas canalizações elétricas*".

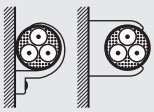
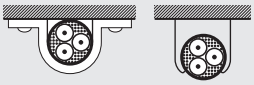
Tabela 22. Método de referência para consulta das correntes admissíveis nas canalizações elétricas (extrato da tabela)

Modos de instalação das canalizações		Método de referência para consulta das correntes admissíveis
Referência	**Designação**	
1	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	A
2	Cabos multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	A2
3	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas à vista	B
3A	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista	(em estudo)
4	Condutores isolados em condutas não circulares montadas à vista	B2
4A	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista	(em estudo)
5	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	B
5A	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	(em estudo)
11	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	C
...	...	...

Tendo por base o descrito no *"Capítulo 2 – Designação de condutores isolados e cabos"* do presente trabalho, o cabo H05VV-U3G4 mm^2 tem as seguintes características:

Fator	Descrição	Símbolo
Normalização	Cabo conforme as normas harmonizadas	H
Tensão estipulada (U0/U)	300/500	05
Isolamento	Policloreto de vinilo	V
Revestimento metálico / armaduras	(Nada)	
Bainha	Policloreto de vinilo	V
Forma	Cabo circular	
Natureza	Cobre	
Flexibilidade	Condutor rígido maciço circular	U
Composição	Número de condutores	3
	Existência de condutor verde/amarelo	G
	Secção do condutor (mm^2)	4
	Identificação por coloração	

Tabela 19. Modos de instalação das canalizações elétricas (extrato da tabela)

Ilustração do modo de instalação	Designação do modo de instalação	Referência do modo de instalação	Método de referência das correntes admissíveis
...	...	...	...
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5A	(em estudo)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	11	C
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados aos tetos	11A	C
...	...	...	...

A mesma informação poderá ser obtida consultando a "*Tabela 22 – Método de referência para consulta das correntes admissíveis nas canalizações elétricas*".

Tabela 22. Método de referência para consulta das correntes admissíveis nas canalizações elétricas (extrato da tabela)

Modos de instalação das canalizações		Método de referência para consulta das correntes admissíveis
Referência	Designação	
5	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	B
5A	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	(em estudo)
11	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	C
...	...	...

Tabela 33. Resistividade dos terrenos de acordo com a sua natureza

Natureza dos terrenos	Resistividade (Ω × m)
Terreno pantanoso	1 a 30
Lama	20 a 100
Húmus	10 a 150
Turfa húmida	5 a 100
Argila plástica	50
Mármores e argilas compactas	100 a 200
Mármores do Jurássico	30 a 40
Areia argilosa	50 a 500
Areia silicosa	200 a 3 000
Solo pedregoso nu	1 500 a 3 000
Solo pedregoso recoberto de relva ou erva curta	300 a 500
Calcários macios	100 a 300
Calcários compactos	1 000 a 5 000
Calcários fissurados	500 a 1 000
Xistos	50 a 300
Micaxistos	800
Granito e grés, consoante a alteração geológica	1 500 a 10 000
Granito muito alterado	100 a 600
Betão com 1 de cimento e 3 de inertes	150
Betão com 1 de cimento e 5 de inertes	400
Betão com 1 de cimento e 7 de inertes	500

O valor da resistividade dos terrenos de acordo com a sua natureza pode, de uma forma aproximada, ser considerado o indicado na "*Tabela 34 – Resistividade média dos terrenos de acordo com a sua natureza (aproximado)*".

A Tabela 34 (Resistividade média dos terrenos de acordo com a sua natureza (aproximado)) do presente trabalho corresponde ao Quadro II do Anexo IV das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Tabela 34. Resistividade média dos terrenos de acordo com a sua natureza (aproximado)

Natureza do terreno	Valor médio da resistividade (Ω × m)
Terrenos aráveis gordos e aterros compactos húmidos	50
Terrenos magros, cascalho e aterros grosseiros	500
Solos pedregosos nus, areia seca e rochas impermeáveis	3 000

Quando os cabos forem colocados em mais de uma camada, devem-se multiplicar os valores indicados pelos seguintes fatores indicados na "Tabela 36 – Fatores de correção para cabos montados em camadas".

Tabela 36. Fatores de correção para cabos montados em camadas

N.º Camadas	2 camadas	3 camadas	4 ou 5 camadas	6 a 8 camadas	9 ou mais camadas
Fator de correção	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

7.6.1.2. Agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 metros

A Tabela 37 (Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m) do presente trabalho corresponde ao Quadro 52-E2 das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

A *"Tabela 37 – Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m"* contém os fatores de correção a aplicar aos valores das intensidades máximas admissíveis para este modo de instalação.

Tabela 37. Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m

Número de cabos ou de canalizações	Fator de correção
1	1,00
2	0,85
3	0,78
4	0,72
6	0,62
≥ 9	0,5

A Tabela 35 (Fatores de correção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples) e a Tabela 37 (Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m) do presente trabalho correspondem aos Quadros 52-E1 e 52-E2 das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Os fatores de correção indicados na *"Tabela 35 – Fatores de correção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples"* e na *"Tabela 37 – Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m"* são aplicáveis a agrupamentos homogéneos de cabos igualmente carregados.

8. Identificação e marcação das canalizações elétricas

8.1. Generalidades

As canalizações elétricas devem ser estabelecidas ou marcadas de modo a permitir a sua identificação aquando das verificações, dos ensaios, das reparações ou das alterações da instalação.

A norma relativa à identificação dos cabos é a IEC/EN-60446 – Princípios básicos e de segurança para os interfaces homem-máquina, marcações e identificação – Identificação de condutores por cores ou alfanuméricos.

Esta norma substitui a norma NP/HD-308 – Identificação dos condutores isolados de cabos e de cordões flexíveis.

As cores contantes na NP/HD-308 ainda são admitidas, mas devem tendencialmente ser substituídas pelas constantes na IEC/EN-60446.

Na maior parte das situações, as diferentes canalizações elétricas são suficientemente diferenciáveis umas das outras (quer pela sua natureza, quer pelas suas dimensões quer ainda pelo seu traçado), por forma a permitir a sua identificação.

Quando coexistirem no mesmo local instalações diferentes ou quando for necessário identificar as fases ou a polaridade dos condutores pode-se recorrer a marcações apropriadas.

8.2. Cabos monocondutores

Na isolação de cabos monocondutores com bainha e condutores isolados devem ser usadas as seguintes cores:

- a combinação bicolor verde/amarelo para o condutor de proteção;
- a cor azul para o condutor neutro.

É recomendada a utilização das cores castanho, preto ou cinzento para os condutores de fases, podendo outras cores ser usadas para certas aplicações.

Os condutores PEN, quando forem isolados, devem ser identificados pela coloração verde/amarela em todo o seu comprimento, devendo também, nas extremidades, ser colocadas marcas de cor azul clara.

A *"Tabela 42 – Identificação de cabos monocondutores"* ilustra a referida coloração dos cabos monocondutores.

Tabela 42. Identificação de cabos monocondutores

Condutor	Coloração	Ilustração
Proteção	Combinação bicolor verde/amarelo	
Neutro	Cor azul	
Fase	Preto, castanho ou cinzento	

8.3. Cabos multicondutores e cordões

Na isolação de cabos multicondutores e cordões devem ser usadas as cores indicadas na *"Tabela 43 – Identificação de cabos multicondutores e cordões com condutor verde/amarelo"* e na *"Tabela 44 – Identificação de cabos multicondutores e cordões sem condutor verde/amarelo"*, para cabos multicondutores e cordões, com condutor verde/amarelo e sem condutor verde/amarelo, respetivamente.

Tabela 43. Identificação de cabos multicondutores e cordões com condutor verde/amarelo

Número de condutores	Cor dos condutores isolados[b]				
	Proteção	Condutores ativos			
3	Verde/Amarelo	Azul	Preto		
4	Verde/Amarelo	-	Preto	Castanho	Cinzento
4[a]	Verde/Amarelo	Azul	Preto	Castanho	
5	Verde/Amarelo	Azul	Preto	Castanho	Cinzento

[a] Só para determinadas aplicações.
[b] Neste quadro não se considera um condutor concêntrico não isolado, como, por exemplo, uma bainha metálica, uma armadura ou blindagem em fios. Um condutor concêntrico é identificado pela sua posição e neste caso não há necessidade de identificá-lo por coloração.

Tabela 44. Identificação de cabos multicondutores e cordões sem condutor verde/amarelo

Número de condutores	Cor dos condutores isolados[b]				
2	Azul	Preto			
3	-	Preto	Castanho	Cinzento	
3[a]	Azul	Preto	Castanho		
4	Azul	Preto	Castanho	Cinzento	
5	Azul	Preto	Castanho	Cinzento	Preto

[a] Só para determinadas aplicações.
[b] Neste quadro não se considera um condutor concêntrico não isolado, como, por exemplo, uma bainha metálica, uma armadura ou blindagem em fios. Um condutor concêntrico é identificado pela sua posição e neste caso não há necessidade de identificá-lo por coloração.

A sequência de cores definida pela norma NP/HD-308 era:
Castanho – Preto – Cinzento

8.4. Identificação alfanumérica dos cabos

A identificação alfanumérica de cabos monocondutores e multicondutores e cordões é a indicada na *"Tabela 45 – Identificação de alfanumérica de cabos monocondutores e cabos multicondutores e cordões"*.

Tabela 45. Identificação de alfanumérica de cabos monocondutores e cabos multicondutores e cordões

Designação	Identificação alfanumérica
Linha 1	L1
Linha 2	L2
Linha 3	L3
Neutro	N
Condutor de proteção	PE
Condutor PEN	PEN

Publindústria, Edições Técnicas
Porto, 2013