

CANALIZAÇÕES ELÉCTRICAS

J. Neves dos Santos

IE / 3º Ano LEEC



Índice:

1. Conceitos e Definições.
2. Constituição dos Condutores Isolados e Cabos de Energia.
3. O Processo de Fabrico de Cabos Eléctricos: Breve Referência.
4. Designação de Condutores Isolados e Cabos de Energia: Designação Segundo a Norma NP665; Designação Segundo a Norma NP2361.
5. Tabelas de Intensidades de Corrente Máximas Admissíveis numa Canalização.
6. Factores de Correção.
7. Cabos de Utilização Corrente: Energia (BT) e Telecomunicações.

1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

- **ALMA CONDUTORA (de um condutor isolado ou cabo)**

- Elemento destinado à condução eléctrica, podendo ser constituído por:
 - Um fio (condutor unifilar ou simplesmente fio);
 - Um conjunto de fios devidamente reunidos e não isolados entre si (condutor multifilar);
 - Perfis adequados (caso de almas condutoras sectoriais maciças).

- **CONDUTOR (em sentido lato)**

- Designação que abrange os condutores nus, os condutores isolados e os cabos.

- **CONDUTOR ISOLADO**

- Alma condutora revestida de uma ou mais camadas de material isolante, que asseguram o seu isolamento eléctrico (ver figura).

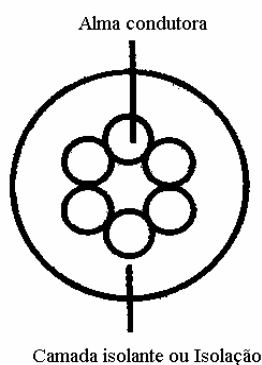


Fig. : Condutor Isolado.

- **CONDUTOR NU**

- Condutor que não possui qualquer isolamento eléctrico exterior: condutor próprio para linhas aéreas ou condutor com a forma de barra, tubo, vareta ou outro perfil adequado (usado, por exemplo, em postos de transformação) - ver figura .



Fig. : Alguns Tipos de Perfis.

- **ISOLANTE / ISOLAMENTO / ISOLAÇÃO / ISOLADOR**

- Estas quatro palavras, embora parecidas, traduzem conceitos diferentes que convém não confundir:
 - ISOLANTE: Refere-se a um material com características isolantes;
 - ISOLAMENTO: Refere-se à performance de um determinado isolante; é uma característica, melhor ou pior, de um material;
 - ISOLAÇÃO: Refere-se à camada isolante de um condutor isolado ou cabo;
 - ISOLADOR: Refere-se a um equipamento usado como apoio de condutores.
- Exemplos de aplicação em linguagem corrente:
 - “Hoje em dia, os isolantes têm excelentes características”;
 - “O material usado para revestir o equipamento...garante um bom isolamento”;
 - “A isolação do cabo tem uma espessura de alguns milímetros”;
 - “Os isoladores de porcelana são usados em vários casos”.

- **CABO ISOLADO ou simplesmente CABO**

- Dois casos podem ser considerados (figuras):

- a) Condutor isolado dotado de revestimento exterior (cabo unipolar ou monopolar ou monocondutor); O revestimento exterior pode consistir de várias camadas (baínhas) com diferentes funções.
- b) Conjunto de condutores isolados, devidamente agrupados, providos de uma envolvente comum (cabo multipolar).

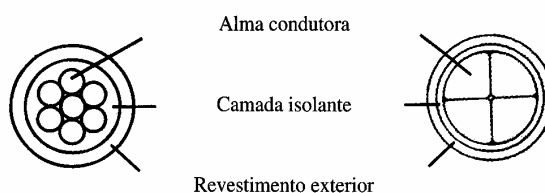


Fig.: Cabo Unipolar.

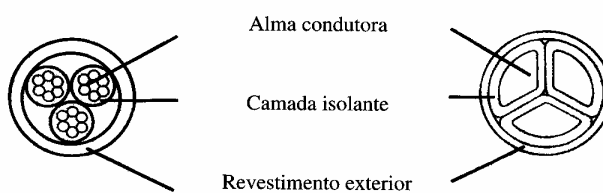


Fig.: Cabo Tripolar.

- **TORÇADA**

- Conjunto de condutores isolados agrupados em feixe. São largamente usados nas redes aéreas de distribuição de energia em baixa tensão – têm vindo a substituir, com vantagem, os sistemas com condutores nus apoiados em isoladores, tradicionalmente usados.
- O sistema sem neutro tensor é o mais usado em Portugal e consiste num feixe de condutores de igual secção, tanto para o neutro como para as fases. A alma condutora é multifilar. O esforço de tracção aplicado sobre o cabo é suportado pelos condutores principais.



Fig.: Torçada: Sistema Sem Neutro Tensor (cabos LXS e XS).

- **CONDUTOR ACTIVO**

- Condutor afecto à condução da corrente eléctrica. Em corrente alternada, os condutores activos são os condutores de fase e o condutor neutro.

- **CONDUTOR DE PROTECÇÃO**

- Condutor não activo, destinado a integrar as massas de uma instalação no circuito de protecção. O circuito de protecção é o conjunto dos condutores de protecção, eléctrodos de terra, dispositivos de protecção e suas ligações.

- **TUBO**

- Invólucro de secção recta contínua, circular ou não, destinado, em regra, à protecção de condutores isolados ou cabos.

- **CONDUTA**

- Invólucro de secção recta descontínua, destinado à protecção de condutores nus (apoiados em isoladores), condutores isolados ou cabos, podendo ser fechado por uma superfície amovível.

• CANALIZAÇÃO ELÉCTRICA

- Conjunto constituído por um ou mais condutores e pelos elementos que asseguram o seu isolamento eléctrico, as suas protecções mecânicas, químicas e eléctricas, e a sua fixação, devidamente agrupados e com aparelhos de ligação comuns.
- Um exemplo: Cinco condutores isolados dentro de um tubo embebido numa parede, constituindo o conjunto um circuito trifásico (três fases, neutro e condutor de protecção);
- A secção nominal do condutor neutro (N) deverá ser igual à secção dos condutores de fase, para secções nominais iguais ou inferiores a 10 mm². Para secções nominais superiores, a secção nominal do condutor neutro, não deverá ser inferior à indicada no quadro seguinte (artº 179 do RSIUEE):

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: O sistema em vigor actualmente (cf. primeiras quatro colunas do quadro seguinte) deverá ser substituído, o mais tardar até 2006-04-01, por um novo código (cf. últimas duas colunas do quadro seguinte):

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						

- **CANALIZAÇÃO FIXA**

- Canalização estabelecida de forma inamovível sem recurso a meios especiais. Normalmente é constituída por condutores rígidos.

- **CANALIZAÇÃO AMOVÍVEL**

- Canalização não fixa destinada a alimentar, em regra, aparelhos móveis ou portáteis. Normalmente é constituída por condutores flexíveis.

- **CANALIZAÇÃO À VISTA**

- Canalização visível, sem necessidade de retirar qualquer parte da construção sobre que está estabelecida.

- **CANALIZAÇÃO OCULTA**

- Canalização que não é visível ou que não é acessível sem remoção de qualquer elemento do meio em que se encontra. Um caso particular de grande interesse é o das **Canalizações Embebidas**: constituídas por condutores isolados ou cabos, rígidos, protegidos por tubos.
- As canalizações são embebidas em paredes, tectos e pavimentos;
- Este tipo de canalização é muito comum em instalações de locais residenciais ou de uso profissional;
- Os tubos estão sujeitos a diâmetros mínimos, em função da secção nominal e do número de condutores (cf. artº 243 R.S.I.U.E.E);
- Os tubos mais usados são o *tubo anelado* (ver figura) e o *tubo VD* (ver figura).
- O *tubo anelado* é fornecido ao rolo, com guia de enfiamento de condutores. É, habitualmente, de *Polipropileno*.
- O *tubo VD* é fornecido, normalmente, em varas de 3 metros; o material de construção é o PVC, com acabamento em cor creme;
- Para a correcta montagem dos tubos VD, estão disponíveis acessórios diversos, como, curvas, uniões, boquilhas com porca, colas para PVC e molas para dobragem de tubos;

- Hoje em dia, é possível dispor no mercado de *tubo anelado pré-cablado* (ver figura), o qual permite uma redução significativa de mão-de-obra de instalação, mas requer cuidados muito especiais, em obra, para evitar a danificação dos condutores.



Fig.: Tubo Anelado.



Fig.: Tubo VD.



Fig.: Tubo Anelado Pré-cablado.

Tubo	Ø int. min (mm)	Ø ext. min (mm)	Peso (g/m)
VD 12	9,2	12	60
VD 16	13,0	16	89
VD 20	16,9	20	117
VD 25	21,4	25	175
VD 32	27,8	32	247
VD 40	35,4	40	322
VD 50	44,3	50	387
VD 63	56,5	63	640
VD 75	67,7	75	824
VD 90	81,9	90	1081
VD 110	101,1	110	1475

Quadro :Características Dimensionais do *Tubo VD*.

• **CANALIZAÇÃO ENTERRADA (É uma Canalização Oculta)**

- A colocação das canalizações pode ser feita, essencialmente, de três modos distintos:
 - ✓ Canalizações assentando directamente no solo, com a exigência de serem usados cabos armados;
 - ✓ Canalizações enfiadas em caleiras de betão (manilhas);
 - ✓ Canalizações enfiadas em tubos de material termoplástico ou de fibrocimento.



Fig.: Canalização Colocada Directamente no Solo.

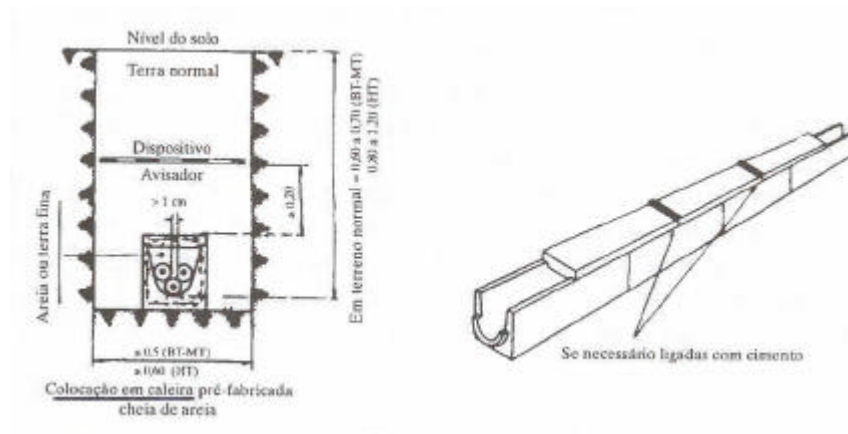


Fig.: Canalização em Caleira.

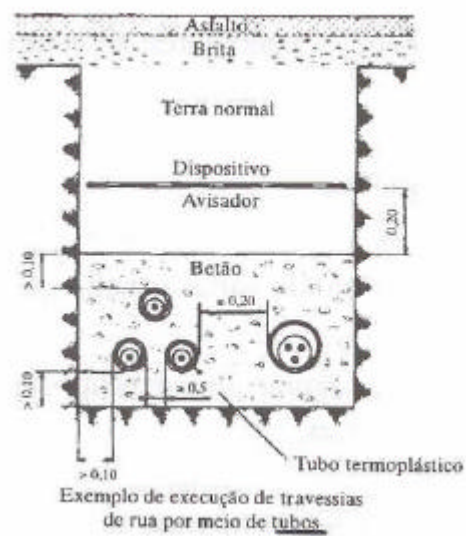


Fig.: Canalização em Tubos.



2. CONSTITUIÇÃO DOS CONDUTORES ISOLADOS E CABOS DE ENERGIA

ALMA CONDUTORA

- A alma condutora pode ser caracterizada pelos seguintes aspectos:
 - Natureza do metal condutor:
 - ✓ Cobre recozido, podendo ser, eventualmente, estanhado;
 - ✓ Alumínio ou, em certas aplicações, ligas de alumínio – tal como o *Almelec* – para melhorar a resistência mecânica;
 - Secção nominal;
 - Composição, a qual vai condicionar, nomeadamente, a flexibilidade (aspecto a ver em detalhe mais adiante);
 - Forma (aspecto a ver em detalhe mais adiante).
- No quadro estão inscritas as características mais relevantes daqueles dois materiais:

Características	Cobre Recozido	Alumínio $\frac{3}{4}$ duro
Grau de Pureza, %	> 99,9	>99,5
Resistividade a 20° C, ohm, mm ² /m.....	17,241 . 10 ⁻³	28,264 . 10 ⁻³
Coefficiente de variação da resistência óhmica com a temperatura, a 20°C, por °C.....	3,93 . 10 ³	4,03 . 10 ³
Densidade a 20°C.....	8,89	2,70
Coefficiente de dilatação linear a 20° C, por °C.....	17 . 10 ⁶	23 . 10 ⁶
Tensão de ruptura, MPa.....	230 a 250	120 a 150
Alongamento à ruptura, %.....	20 a 40	1 a 4
Temperatura de Fusão, °C.....	1080	660

- Uma análise cuidada dos valores deste quadro, permite estabelecer as seguintes conclusões:
 - Considerando que o comprimento (ℓ) e a corrente são fixos, então, se admitirmos que há igualdade de perdas, deverá ser:

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

Desta equação resulta que:

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

Substituindo as resistividades, pelos valores do quadro 4, obtém-se o seguinte valor para a razão das secções geométricas:

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

Conclusão 1: O cobre permite usar cabos de menor secção, o que é uma vantagem nas canalizações entubadas (menores diâmetros dos tubos) e/ou embebidas (menores rasgos nas paredes).

- Sendo a tensão de ruptura do cobre superior à do alumínio, assim como o alongamento à ruptura (maior flexibilidade), conclui-se que o cobre deverá ser usado sempre que tais características mecânicas sejam determinantes (**Conclusão 2**).
- A massa de uma porção de cabo de alumínio de comprimento ℓ e secção S_{Al} , é dada por:

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

Para o cobre vem:

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

Substituindo, na 1ª expressão, S_{Al} por $1,635 S_{Cu}$, e eliminando, posteriormente, o termo $(S_{Cu} \ell)$ à custa da 2ª expressão, vem:

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

Conclusão 3: Em igualdade de perdas, a utilização do alumínio, permite uma redução de 50% no peso dos condutores. Por isso, 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, obtendo-se os chamados *cabos Alumínio/Aço*.

Por outro lado, o facto de, 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. Por isso, o alumínio é muito usado em redes subterrâneas de distribuição em baixa tensão (**Conclusão 4**).

- 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 cableados entre si, o que, à partida, confere ao conjunto, uma maior flexibilidade;
 - Quanto à forma, podemos ter almas condutoras circulares ou sectoriais (ver figura). Esta última disposição é usada, sobretudo, nos cabos com 3 e 4 condutores, permitindo uma melhor ocupação do espaço e, conseqüentemente, uma diminuição das dimensões e do peso dos cabos.

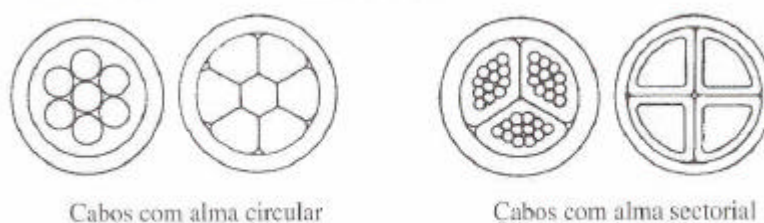


Fig.: Formas da Alma Condutora.

CAMADA ISOLANTE OU ISOLAÇÃO

- A camada isolante (também designada por “isolação”), é constituída por compostos dieléctricos sólidos, na maioria dos casos aplicados por extrusão. Aspectos como a espessura, marcação dos condutores, ou cores de fabrico, são determinados por normas próprias.
- Actualmente usamos exclusivamente isolantes sintéticos (isolantes secos); no entanto, merece referência, pela sua importância histórica, a utilização, no passado, do “papel impregnado a óleo”, para as tensões mais elevadas.
- Os diferentes isolantes sintéticos correntemente usados poderão ser agrupados, fundamentalmente, em duas grandes famílias:
 - ✓ Materiais Termoplásticos;
 - ✓ Elastómeros e Polímeros Reticuláveis.
- Nos materiais termoplásticos a temperatura provoca, de um modo reversível, uma variação na plasticidade. Os mais usados são:
 - ✓ Policloreto de Vinilo – conhecido pela sigla PVC;
 - ✓ Polietileno – conhecido pela sigla PE.
- Os Elastómeros e Polímeros reticuláveis apresentam uma grande aptidão para a deformação. Necessitam, depois de extrudidos, de uma operação de vulcanização ou de reticulação, com o fim de lhes estabelecer, de forma irreversível, ligações suplementares entre as cadeias moleculares. Alguns exemplos deste tipo de materiais:
 - ✓ Polietileno Reticulado – conhecido pela sigla PEX;
 - ✓ Borracha Etil-Propílica – conhecida pela sigla EPM;
 - ✓ Borracha de Silicone;
 - ✓ Outros.
- Os conceitos de extrusão, vulcanização e reticulação, por serem menos conhecidos, são esclarecidos de seguida:
 - Extrusão: Operação que consiste em forçar a saída por um orifício, sob a acção de forças de pressão, de um metal ou de um plástico sob a forma de fio.

- Vulcanização: Combinação da borracha com o enxofre para a tornar resistente ao calor e ao frio, sem perda das propriedades elásticas.
- Reticulado: Diz-se do órgão com elementos distribuídos em rede.
- No quadro são referidas as temperaturas limite de emprego de diversos materiais isolantes, informação que é da maior relevância para, por exemplo, estabelecer os valores das correntes máximas admissíveis em regime permanente (assunto a tratar mais adiante):

Temperaturas Limite de Emprego dos Principais Materiais Utilizados nas Camadas Isolantes e nas Bainhas

Natureza do material	Papel impregnado	P.V.C.		Ignífugos sem halogéneo			Polietileno			PEX		
Domínio de utilização	Isolante BT e MT	Isolante BT e MT Tensão de serviço $U \leq 10kV$	Bainha	Isolante reticulado BT	Bainha		Isolante		Bainha	Isolante		
					Termo-plástica	Reticulada	MT	AT		BT	MT	AT
Temperatura máxima, °C		Segundo composição (e tensão)		Segundo composição								
- em regime permanente	65	70 a 85	60 a 85	70 a 90	70 a 90	90	70	70	70	90	90	90
- no fim de um curto-circuito	150	160		250			150	150		250 ⁽³⁾	250	210-250
Temperatura mínima, °C		Segundo composição										
-armazenamento ou funcionamento em local fixo, sem choques, vibrações ou curvas acentuadas	-30	-40 a -60		-40	-40	-40	-60	-60	-60	-60		-60
-desenrolamento												
-com precauções normais	+5	-5 a -10		-10	-10	-10	-5	+5	-5	-10		+5
-com precauções especiais ⁽¹⁾	-5	-10 a -25		-20	-20	-20	-10	-5 ⁽²⁾	-10	-20		-5 ⁽²⁾

(1) As precauções especiais a adoptar consistem em:

- aquecer o cabo, antes de desenrolar, durante 12 a 14 horas em local com temperaturas entre +10 a +20 °C;

- assegurar um esforço de tracção regular e moderado durante o desenrolamento;

- trabalhar com raios de curvatura superiores em 25 a 50% aos valores indicados nos quadros das páginas 42 e 43.

(2) Os cabos MT e AT nunca devem ser desenrolados com temperaturas inferiores a -5 °C. Desde que a temperatura esteja compreendida entre +5 °C e -5 °C, é necessário efectuar um aquecimento prévio das bobinas que contêm os cabos, antes de desenrolar e durante pelo menos 24 horas, em local mantido a temperaturas vizinhas de +20 °C.

(3) Valor reduzido para 160 °C no caso de existência de soldaduras a estanho no seio das caixas de ligação.

Quadro: Temperaturas de Emprego de Materiais Isolantes.

- No quadro seguinte são apresentadas as características físicas mais relevantes de diversos materiais isolantes. De entre essas, há quatro características – *Resistividade Térmica*, *Factor de Perdas*, *Permitividade* e *Constante de Isolamento* – que, pela sua importância, merecem uma referência especial.

2 - Características Físicas Aproximadas dos Principais Materiais Utilizados nas Camadas Isolantes

Importante: Alguns dos valores que figuram neste quadro, particularmente no que diz respeito às características mecânicas, são dados a título informativo. Segundo a composição escolhida, nomeadamente, com a finalidade de responder a certos documentos particulares de normalização, um mesmo material pode apresentar, com efeito, características sensivelmente diferentes.

Natureza do material	Papel impregnado	Policloreto de vinilo PVC			Polietileno PE		Ignifugos sem halogénio	Polietileno reticulado PEX			Copolímeros de etileno propílico EPM, EPDM, EPR e HEPR	Borracha de silicone
Domínio da aplicação	MT	BT			MT	AT	BT	BT		MT e AT	BT, MT e AT	BT
Temperatura máxima admissível na alma condutora, °C		70	70	70	70	70	70	90	90	90	90	
Densidade a 20°C	12,2 - 1,5	1,3 - 1,5			0,92			0,92 - 1,20			1,10 - 1,35	1,10 - 1,30
Resistividade térmica, K.m/w	6	6			3,5			3,5			3,5	3,5
Características Mecânicas		(1) rígido	(2) flexível	(3) (4)	(4)	(5)		(2)	(4)	(6)	(2) (3) (4)	(7) (2)
Carga de ruptura mínima MPa (1 MPa = 10 daN/cm²)		12,5	10,0	12,5	12,5	10,0	12,5	5,0	12,5	12,5	4,2	5,0
Alongamento mínimo à ruptura, %		125	150	125	125	300	450	120	200	200	200	150
Envelhecimento acelerado em estufa de ar quente, duração/temperatura		168h/80°C	100°C	120h/168h/100°C	168h/100°C	240h/168h/100°C	168h/100°C	168h/135°C	168h/135°C	240h/135°C	168h/135°C	240h/200°C
Varição máxima das características		±20%	±20%	±25%	±30%	±25%	±25%	±25%	±25%	±25%	±30%	Cr ≥ 4 MPa A≥120%
Características Dielétricas a 20°C, 50 Hz												
Permitividade relativa, (ε)	3,6	4 - 8			2,3		5 - 8	2,3 - 2,8		2,4 - 3,2		3 - 3,5
Tangente do ângulo de perdas máximas em média tensão (tg δ)	80.10 ⁻⁴	1000-10 ⁻⁴			10.10 ⁻⁴		1000.10 ⁻⁴	10.10 ⁻⁴ - 40.10 ⁻⁴		200.10 ⁻⁴		
Constante de isolamento (Ki) M Ω.Km	5000	50 - 5000			50000		50 - 3000	5000 a 50000		5000		5000

- (1) Condutores e cabos, isolados a PVC, de tensão nominal ≤ 450/750V.
 (2) Cabos isolados com dielétricos maciços e extrudidos, de tensão nominal ≤ 0,6/1kV.
 (3) Cabos isolados com dielétricos maciços e extrudidos, para tensões estipuladas de 1,8/3 (3,6) kV a 18/30 (36) kV.
 (4) Cabos para transmissão de energia, isolados com dielétricos maciços e extrudidos, para tensões de 1 até 30 kV, (CEI 502).
 (5) Cabos monopólares, com isolamento em PEX, extrudido, de tensão de serviço 225 kV.
 (6) Cabos para redes de distribuição, isolados a PEX, para tensões 12/20 kV.
 (7) Condutores e cabos, isolados com borracha, de tensão nominal ≤ 450/750V.

• Resistividade Térmica (λ):

- A resistividade térmica de um material é uma característica que indica a maior ou menor facilidade, com que o calor é conduzido através desse material. Exprime-se nas unidades, °C m/W (ou °K m/W).
- Recorrendo à analogia com a corrente eléctrica, podemos estabelecer uma expressão para a chamada *Resistência Térmica*, R_T , (em °C/W), com uma forma semelhante à da resistência eléctrica:

$$R_T = \frac{\ell}{\lambda} \text{ } \ell / S$$

- A resistência térmica de uma porção de um determinado material, vai condicionar a diferença de temperatura (em °C) entre duas faces dessa porção, através da expressão (*Lei de Ohm Térmica*):

$$\Delta T = R_T \cdot Q = \left(\frac{\ell}{\lambda} \right) \cdot Q$$

sendo Q a potência calorífica (em W) que flui através daquela porção de material.

- Permitividade Relativa (ϵ) [Adimensional]:
 - Quanto menor for o seu valor, menor será o valor da capacidade do cabo. Assim, para uma dada tensão, U , menor será a corrente de fugas capacitiva, I_C ($I_C = j\omega CU$).
- Factor de Perdas ($\tan \delta$) [Adimensional]:
 - Para um cabo de capacidade C , com corrente de fugas capacitiva, I_C , haverá ainda uma corrente de fugas resistiva, I_R , que pode exprimir-se em função daquela, à custa do factor de perdas (ver figura):

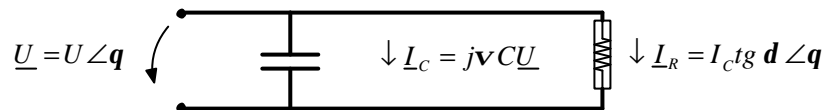


Figura : Correntes de Fugas num Cabo.

- No diagrama vectorial da figura seguinte estão representadas aquelas duas correntes e o ângulo δ :

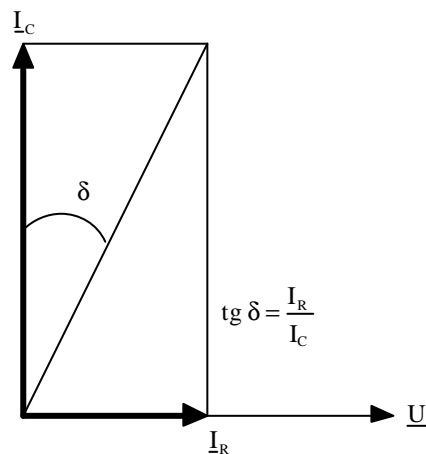


Figura: Factor de Perdas ($\tan \delta$).

- É importante que o factor de perdas tenha um valor baixo, já que ele condiciona as perdas dieléctricas num cabo. De facto, da figura decorre facilmente que:

$$tg \, d \downarrow \Rightarrow I_R \downarrow \Rightarrow (PerdasDielectricas = UI_R) \downarrow$$

- Se na expressão anterior substituirmos I_R pela expressão, $I_R = I_C tg \, d$, e, nesta, exprimirmos I_C em função de U ($I_C = \sqrt{C} U$), vem:

$$PerdasDielectricas = U I_R = U I_C tg \, d = \sqrt{C} U^2 tg \, d$$

- Esta expressão diz-nos que as perdas dieléctricas crescem com o quadrado da tensão. Por esta razão, quando um material isolante tem um factor de perdas muito elevado (caso do PVC) não é usado para a gama de tensões mais elevadas.
- Constante de Isolamento (K_i):
 - Exprime-se em $M\Omega \cdot km$;
 - Com a Constante de Isolamento, podemos calcular a *Resistência de Isolamento* de um cabo de comprimento L (ver figura 19), através da expressão:

$$Resistência \, de \, Isolamento = K_i / L \quad M\Omega$$

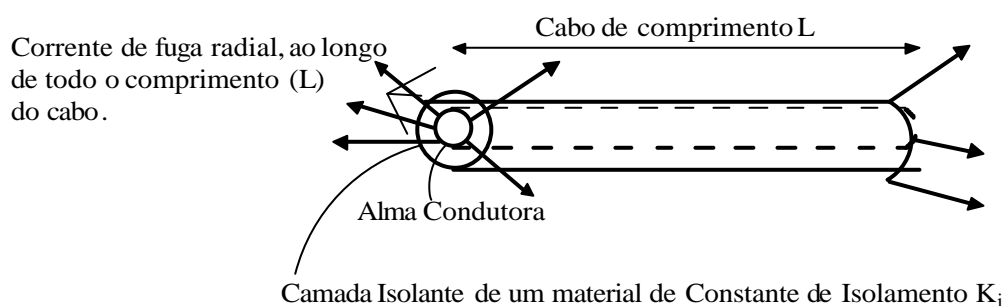


Figura: Constante de Isolamento .

COMPARAÇÃO DOS MATERIAIS ISOLANTES SINTÉTICOS MAIS COMUNS

- **Policloreto de Vinilo (PVC):**

- ✓ Tem algumas boas características eléctricas, nomeadamente a *rigidez dieléctrica* e a *resistência de isolamento*, pois têm valores elevados para o PVC.
- ✓ Em contrapartida, a *tg d* é elevada pelo que as perdas dieléctricas são elevadas, podendo, mesmo, tornar-se críticas em média tensão. Também a *permitividade dieléctrica* e a *capacidade linear*, são muito elevadas.
- ✓ Oferece, boas características mecânicas, nomeadamente as seguintes: *carga de ruptura*, *resistência à compressão* e *resistência aos choques*.
- ✓ No entanto, a flexibilidade do PVC é reduzida o que justifica que seja mais adequado para canalizações fixas de que para canalizações amovíveis.
- ✓ Tem boa resistência ao envelhecimento térmico. As misturas usuais são previstas para uma temperatura máxima, em regime permanente, de 70°C. Existem, ainda, misturas que resistem até temperaturas de 85°C e mesmo de 105°C.
- ✓ Tem boa resistência à água e à maioria dos produtos químicos correntemente encontrados (óleos, solventes, ácidos e outros).
- ✓ É dificilmente inflamável. Todavia, a combustão do PVC é acompanhada pela libertação de gases nocivos.
- ✓ Está disponível numa ampla gama de cores, mediante a utilização de corantes específicos.
- ✓ É largamente usado, como isolante, em baixa tensão e também em média tensão, mas apenas até aos 10 kV (esta limitação é consequência do elevado valor da *tg d*).
- ✓ É também usado como *bainha exterior* de cabos de baixa, média e alta tensão – utilização largamente generalizada, com esta função – o que se explica pelas boas propriedades gerais do PVC.

- **Polietileno (PE):**

- ✓ Trata-se de um polímero de etileno fabricado por processos diversos, conduzindo a massas moleculares muito diversas.
- ✓ O tipo de polietileno usado no isolamento dos cabos de alta tensão é do tipo *alta pressão*, o qual tem uma baixa densidade (entre 0,91 e 0,93), pelo que é designado por *Polietileno de Baixa Densidade*, também conhecido pela sigla PEBD.
- ✓ Há também o *Polietileno de Alta Densidade* (densidade entre 0,94 e 0,96), também conhecido pela sigla PEAD.
- ✓ O polietileno tem qualidades eléctricas excepcionais: *tg d* e *permitividade dieléctrica* com valores baixos e independentes da temperatura; *resistência de isolamento* e *rigidez dieléctrica* muito elevadas.
- ✓ As características mecânicas são igualmente favoráveis, como sejam, entre outras, uma boa *resistência aos choques* e uma certa *flexibilidade* (permitindo a colocação dos cabos com raios de curvatura normais).
- ✓ Oferece elevada resistência à grande maioria dos agentes químicos usuais e aos agentes atmosféricos.
- ✓ Infelizmente o polietileno, apresenta uma fraca resistência à propagação da chama, o que o torna pouco atractivo para outras funções que não a de isolamento – por exemplo, para revestimento exterior de cabos.
- ✓ É utilizado em cabos de alta e muito alta tensão (até 400kV), sendo mesmo largamente usado neste último escalão de tensões. Isto explica-se pelas propriedades dieléctricas notáveis do polietileno e ao equilíbrio das suas restantes características.

- **Polietileno Reticulado (PEX):**

- ✓ Sem atingir o nível das do polietileno, as características eléctricas do PEX são, no geral, boas: *tg d* e *permissividade dieléctrica* com valores baixos; *rigidez dieléctrica* relativamente elevada.
- ✓ As vantagens decorrentes da *reticulação* do polietileno são, principalmente, uma melhor estabilidade térmica e melhores características mecânicas.
- ✓ Assim, a utilização deste material permite admitir temperaturas máximas da alma condutora de 90°C, em regime permanente, de 110°C a 130°C (conforme as normas que são consideradas) em regime de sobre carga e de 250°C em regime de curto-circuito.
- ✓ É utilizado, essencialmente como isolante, nas gamas de baixa, média e alta tensão.

SEMI-CONDUTORES

- As camadas semi-condutoras são utilizadas, normalmente, apenas a partir da média tensão (acima de 10 kV), com a função de criar zonas de transição perfeita entre o isolamento e a alma condutora e entre aquele e o écran metálico. Para o efeito, é habitualmente usado o polietileno com aditivos (por exemplo o carbono). Esta “dopagem” daquele material vai conferir-lhe alguma condutividade, permitindo assim obter um condensador perfeito. Tal não seria possível, sem a aplicação daquelas camadas, devido às irregularidades das almas condutoras multifilares, bem como à textura dos écrans metálicos.
- O semi-condutor interior é aplicado, por extrusão, sobre a alma condutora, enquanto que o semi-condutor exterior é aplicado, também por extrusão, sobre a camada de isolamento.
- Normalmente, as duas camadas semi-condutoras e a camada isolante, são aplicadas por um processo de tripla extrusão simultânea, para garantir uma perfeita adesão entre as três camadas.

REVESTIMENTOS METÁLICOS

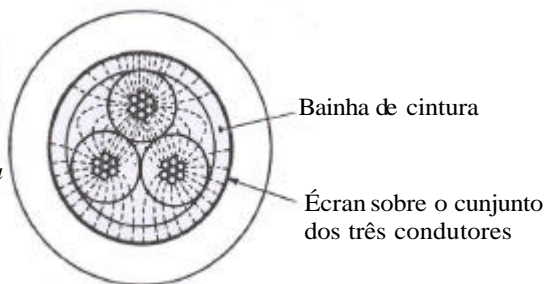
- Pela sua localização e função, distinguem-se os seguintes dois tipos de revestimentos metálicos:
 - ✓ Écran metálico sobre a camada isolante ou sobre o semi-condutor exterior, nos cabos em que este exista;
 - ✓ Armadura metálica.

Se o écran tem uma função essencialmente eléctrica, a armadura tem uma função essencialmente mecânica (raramente a armadura desempenha simultaneamente as duas funções). Seguidamente, serão caracterizados, com mais detalhe, aqueles tipos de revestimentos.

- **Écran Metálico:**
 - É realizado em cobre ou alumínio, consistindo num conjunto de fios ou fitas, que são aplicados helicoidalmente (em hélice), de modo a que nenhum espaço livre seja visível.
 - Eventualmente pode constituir-se como uma *bainha* (*bainha*: revestimento formando um tubo de matéria contínua).
 - É geralmente ligado à terra.
 - Permite assegurar o escoamento das correntes capacitivas, bem como das correntes de curto-circuito – concretamente da componente homopolar da corrente de curto-circuito fase-terra.
 - Protege contra as perturbações electromagnéticas no caso de cabos de telecomunicações.
 - Garante a protecção das pessoas, em caso de perfuração do cabo por um corpo condutor exterior, já que este é colocado ao potencial da terra (admitindo que o écran está ligado à terra).
 - Permite criar uma superfície equipotencial e orientar, assim, as linhas de força do campo eléctrico. Dois casos podem surgir:

- ✓ Cabos de campo não radial, em que o écran é colocado - no caso de um cabo tripolar - sobre uma bainha de regularização isolante (cintura) que envolve o conjunto dos condutores (ver figura):

Importante: O campo eléctrico apresenta uma componente tangencial não desprezável e a rigidez dieléctrica do isolante é menor nessa direcção !

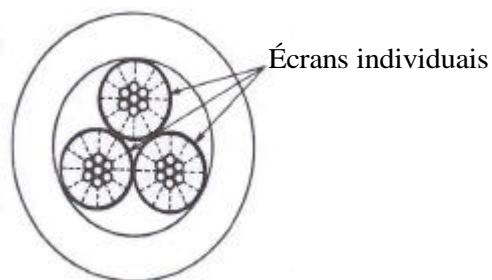


Distribuição das linhas de força num cabo de campo não radial, também chamado cabo de cintura..

Figura: Cabo de Campo Não Radial.

- ✓ Cabos de Campo Radial, caso dos cabos unipolares dotados de écran e dos cabos tripolares dotados de écrans individuais (ver figura):

Importante: Neste caso foi suprimida a componente tangencial do campo eléctrico.



Distribuição das linhas de força

Figura: Cabo de Campo Radial.

- **Armadura Metálica:**

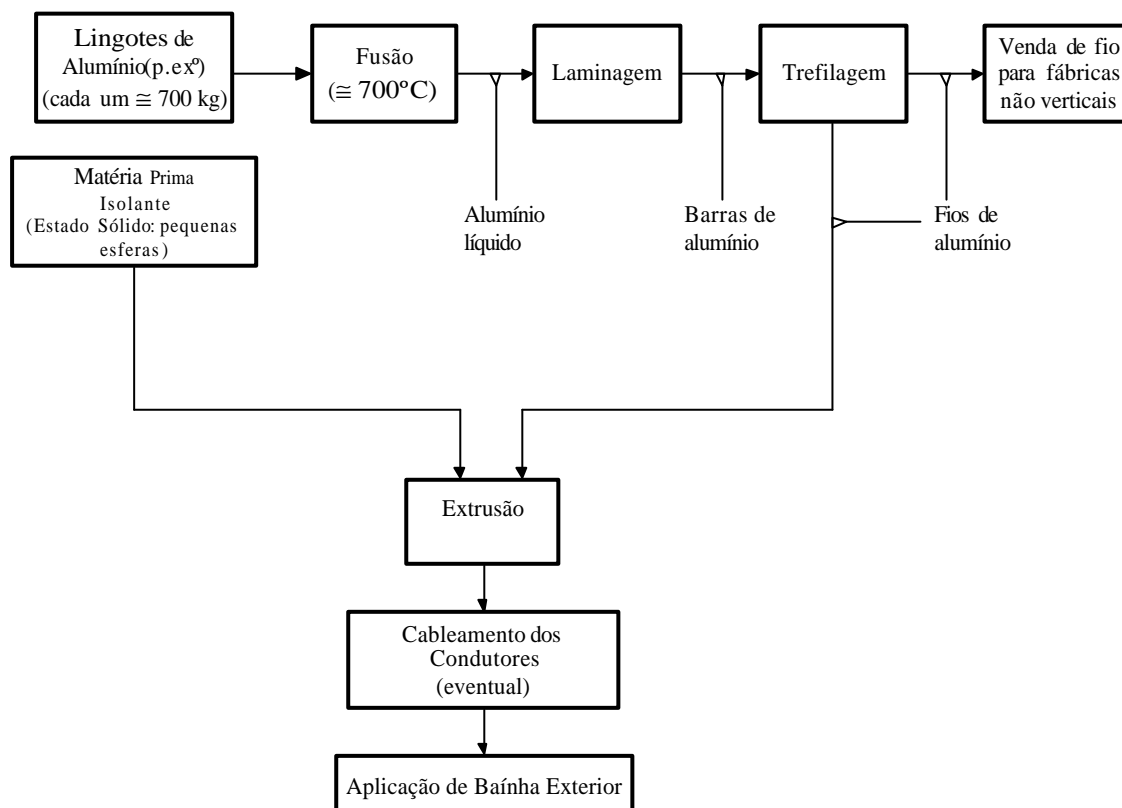
- Assegura a protecção mecânica do cabo, quando este está submetido a importantes esforços transversais (compressão ou choques) ou longitudinais (tracção).
- Pode, eventualmente, ser utilizada com a função de écran metálico, desde que sejam tomadas certas disposições no plano eléctrico.
- Os principais tipos de armaduras usados em cabos multipolares são os seguintes:
 - ✓ Armadura em dupla fita de aço, aplicada helicoidalmente;
 - ✓ Armadura em fios de aço aplicados helicoidalmente;
 - ✓ Armadura em trança de fios de aço (fios cruzados) a usar em aplicações em que se exige particular flexibilidade.
- No caso de cabos unipolares não são usadas armaduras em aço, já que as características magnéticas deste tipo de armaduras desaconselham o seu uso em corrente alternada, por haver uma apreciável redução da capacidade de transporte da canalização. Como alternativa são usadas armaduras de alumínio em dupla fita de aço, aplicada helicoidalmente. Outra hipótese será dispensar a armadura, mas utilizar uma protecção mecânica exterior (por exemplo, um tubo).

REVESTIMENTOS NÃO METÁLICOS (BAÍNHAS)

- A designação, de “bainha”, provém do facto de os revestimentos formarem, normalmente, um tubo de matéria contínua.
- Distinguem-se, essencialmente, dois tipos de revestimentos, associados a outras tantas funções:
 - ✓ Bainha de enchimento (ou simplesmente, enchimento), também chamada “bainha de regularização” que tem por função preencher os espaços vazios entre condutores e dar ao conjunto uma determinada geometria, geralmente cilíndrica. Pode ser constituída por uma camada extrudida, por diversos tipos de fitas ou por perfis independentes mantidos em posição (por intermédio de fitas de amarração).
 - ✓ Bainha exterior que assegura a protecção química e mecânica do cabo.
- Os materiais mais usados nas bainhas são o PVC e o Polietileno.

3 O PROCESSO DE FABRICO DE CABOS ELÉCTRICOS: BREVE REFERÊNCIA

- As indústrias de fabrico de cabos eléctricos, nomeadamente quando se dedicam à gama da alta e muito alta tensões, utilizam tecnologia de ponta, por forma a garantir a excepcional qualidade dos cabos, particularmente da isolação, já que esta está sujeita, para aqueles níveis de tensão, a excepcionais solicitações dieléctricas.
- Em Portugal há diversas empresas de fabrico de condutores isolados e cabos, algumas delas com linhas de produção verticais e fabricando desde a baixa tensão até à muito alta tensão.
- Uma *fábrica vertical* é aquela que recebe parte das matérias primas em bruto, transformando-as para chegar ao produto final acabado. No caso de uma fábrica de cabos, a linha de produção está, em geral, organizada segundo o esquema que podemos encontrar na figura, onde apenas estão representadas as etapas principais do processo:



- A operação de extrusão é realizada em máquinas adequadas, chamadas de *extrusoras* (ver figura), com velocidades de extrusão variáveis de acordo com o material isolante que é usado. Indicam-se a seguir, a título indicativo, algumas velocidades de extrusão típicas:

1000 metros / min, para o PVC (1,5 mm² ; BT)

20 a 30 centímetros / min, para o PE (225 kV ou 400 kV)

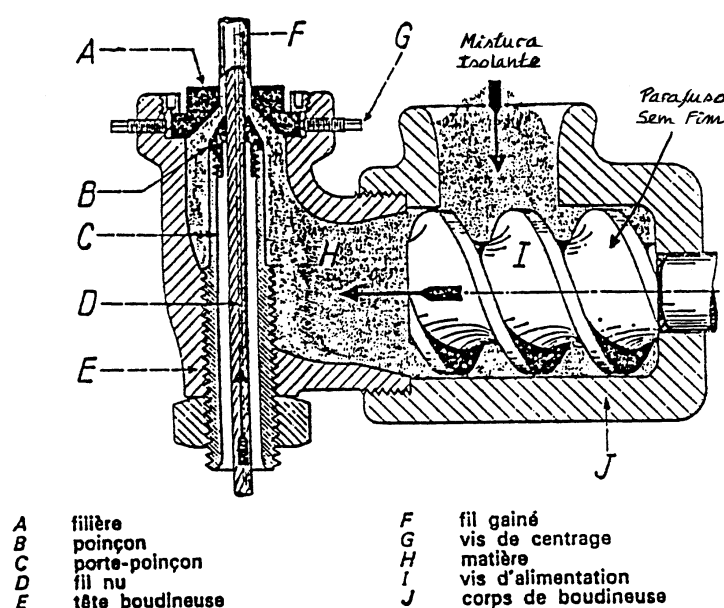


Figura: Aplicação de Isolantes Sintéticos por Extrusão.

- O condutor isolado sai da extrusora com uma elevada temperatura (pode atingir os 400 °C). A operação de arrefecimento, durante a primeira parte do trajecto, é realizada, normalmente, em ambiente de água ou de gás inerte (azoto), o que exige a utilização de tubagem própria para o efeito. Na parte final do trajecto, o arrefecimento é realizado ao ar. Enquanto não está concluído o arrefecimento, não é possível dobrar os condutores. Esta é a razão pela qual as naves industriais de uma linha de produção de cabos têm, normalmente, elevados comprimentos (da ordem dos 300 m).

4. DESIGNAÇÃO DE CONDUTORES ISOLADOS E CABOS DE ENERGIA

DESIGNAÇÃO SEGUNDO A NORMA NP665

- A codificação de condutores isolados e cabos de energia, segundo a norma NP665, data de 1972. Em 1984, com a publicação da NP2361, foi alterado aquele sistema de codificação relativamente a uma parte dos cabos de baixa tensão. No entanto, para certos cabos de baixa tensão (cabos de tensões nominais 0,6/1 kV e 0,8/1,2 kV), e para cabos de outras tensões (nomeadamente, média e alta tensão) o sistema de codificação definido pela NP665 continua válido.
- Basicamente, a designação de condutores isolados, ou cabos, é feita mediante a utilização de um conjunto de símbolos (cada símbolo tem um determinado significado associado) agrupados num código alfanumérico com 3 partes:
 - Parte 1: Descrição dos elementos e materiais constituintes do cabo, numa sequência a partir do centro – alma condutora – para a periferia;
 - Parte 2: Composição do cabo, em termos de número de condutores e sua secção;
 - Parte 3: Tensão estipulada
- **Código alfanumérico: Parte 1** *(Nota: para cada letra, a lista de possibilidades aqui apresentada não é exaustiva).*

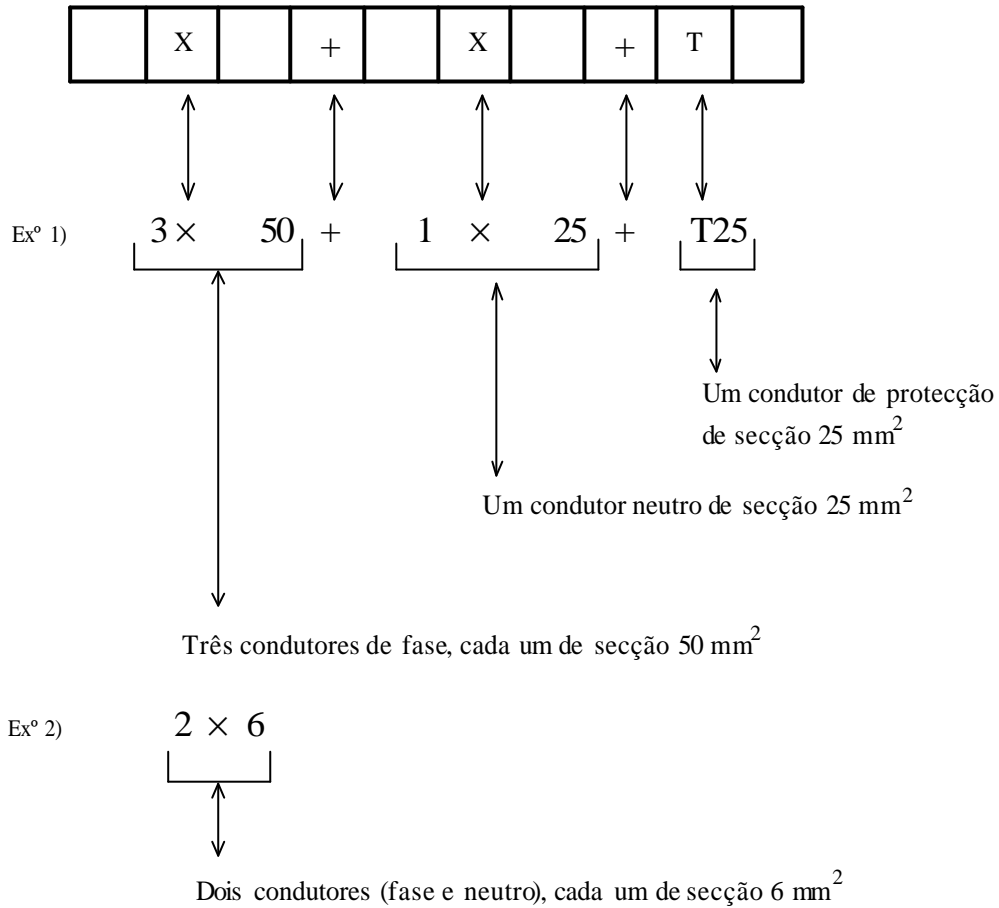
a	b	c	d	e	f	g	h	i
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

- **a:** Grau de Flexibilidade do Condutor Isolado ou Cabo:
 - Rígido (classes 1 ou 2) **Nada**
 - Flexível (classe 5) **F**
 - Extra-flexível (classe 6) **FF**
- **b:** Material da(s) Alma(s) Condutora(s):
 - Cobre **Nada**
 - Alumínio multifilar **L**
 - Alumínio maciço **LS**
- **c:** Material de Isolamento (Isolação):
 - Borracha de etileno propileno **B**
 - *(Papel isolante (já não usado))* **P**
 - Policloreto de vinilo (PVC) **V**

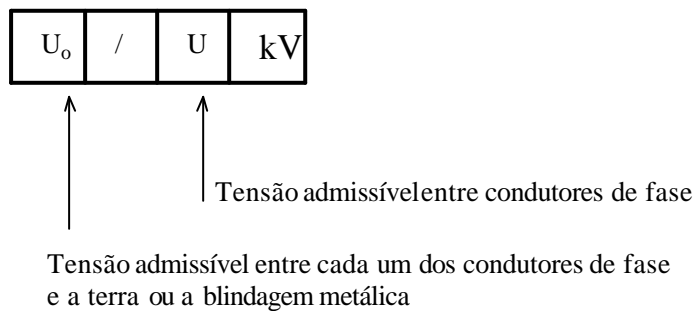
- Polietileno **E**
- Polietileno reticulado (PEX) **X**
- **d: Blindagem:**
 - Blindagem individual **HI**
 - Blindagem colectiva (de todos os condutores) **H**
- **e: Condutores Envolventes (Blindagem por...):**
 - Condutor concêntrico de fios de cobre **O**
- **f: Revestimentos metálicos conferindo protecção mecânica (armaduras):**
 - Fitas de aço **A**
 - Fios de aço **R**
 - Barrinhas de aço **M**
 - Tranças de aço **Q**
 - Fitas de Material não magnético **1A**
- **g: Material de acabamento e reforço (baínha exterior):**
 - Usar as mesmas letras do caso **c**, conforme os materiais usados.
- **h: Forma de agrupamento dos condutores isolados:**
 - Cableados ou torcidos **Nada**
 - Dispostos paralelamente **D**
- **I: Indicações diversas:**
 - Cabos auto-suportados **S**
- **Exemplos:**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
(1)			V							? Condutor V
(2)	F		V							? Condutor FV
(3)			V				V	D		? Cabo VVD
(4)			V	H			V			? Cabo VHV
(5)		LS	V			A	V			? Cabo LSVA V
(6)			V			A	V			? Cabo VA V
(7)		L	X	HI	O		V			? Cabo LXHIOV*
(8)			X				V			? Cabo XV
(9)		L	X						S	? Condu. Isol. em feixe (torçada) LXS

- Código alfanumérico: Parte 2**

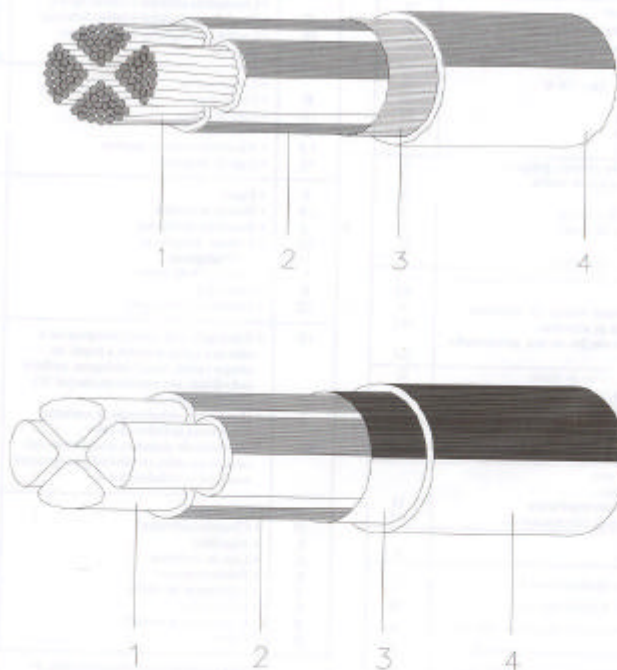


- Código alfanumérico: Parte 3**



CONSTITUIÇÃO DE ALGUNS CABOS DE BAIXA E MÉDIA TENSÃO CODIFICADOS CONFORME A NP 665

- **Cabos não Armados do Tipo LVV, LSVV, LXV, LSXV:**
(Tensão estipulada : 0,6/1 kV)



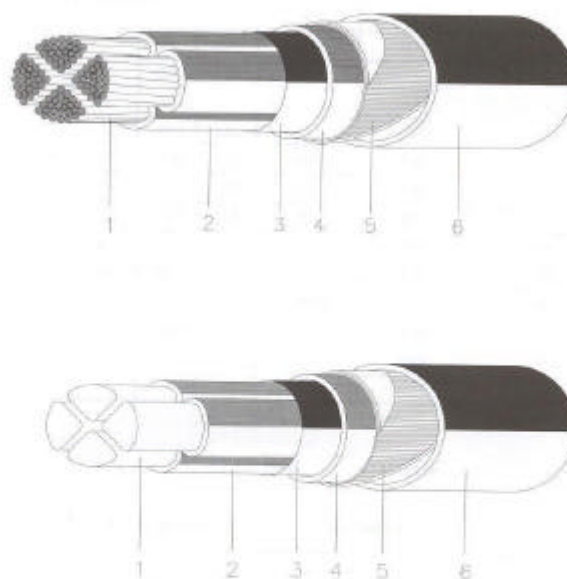
Descrição:

- 1- Alma condutora da classe 2 (LVV,LXV) ou da classe 1 (LSVV, LSXV)
- 2 - Isolamento a PVC (LVV, LSVV) ou a PEX (LXV,LSXV)
- 3 - Fita cintagem (Poliéster)
- 4 - Bainha exterior em PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia. Os cabos LSVV monocondutores encontram grande aplicação nas canalizações de baixa tensão, entre os terminais do transformadores e os quadros gerais de B T.

- **Cabos Armados do Tipo LVAV, LSVAV, LXAV, LSXAV:**
(Tensão estipulada: 0,6/1 kV)



Descrição:

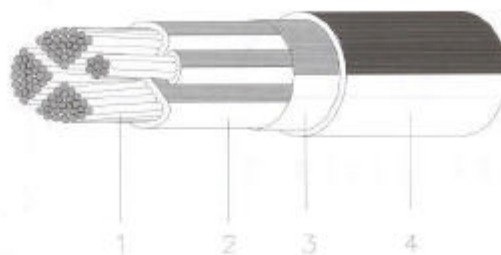
- 1- Alma condutora da classe 2 (LVAV, LXAV) ou da classe 1 (LSVAV, LSXAV)
- 2 - Isolamento a PVC (LVAV, LSVAV) ou a PEX (LXAV, LSXAV)
- 3 - Fita de cintagem (Poliéster)
- 4 - Bainha interior de PVC
- 5 - Armadura de fitas de aço
- 6 - Bainha exterior de PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia. Próprias para canalização enterrada.

- **Cabos não Armados do Tipo VV, XV e Armados do Tipo VAV, XAV:**

(Tensão estipulada : 0,6/1 kV)

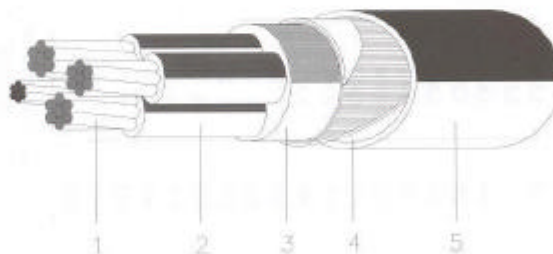


Descrição:

- 1 - Alma condutora da classe 2
- 2 - Isolamento a PVC (VV) ou PEX (XV)
- 3 - Fita de cintagem (Poliéster)
- 4 - Bainha exterior de PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia.



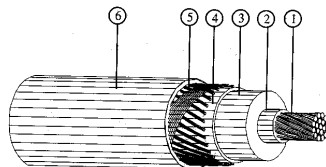
Descrição:

- 1 - Alma condutora da classe 2
- 2 - Isolamento a PVC (VAV) ou PEX (XAV)
- 3 - Bainha interior de PVC
- 4 - Armadura
- 5 - Bainha exterior de PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia. Próprios para canalização enterrada.

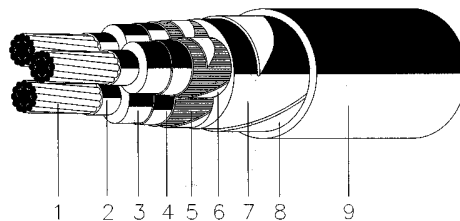
- **Cabo Monopolar do Tipo LXHIV, LXHIOV, XHIV, XHIOV:**
(Tensões estipuladas : 6/10 kV ; 8,7/15 kV ; 12/20 kV ; 18/30 kV)



Descrição:

- 1 - Alma rígida em alumínio ou cobre
- 2 - Bainha semicondutora interior
- 3 - Isolação em PEX
- 4 - Camada semicondutora exterior
- 5 - Écran metálico em cobre (fita ou fios e fita)
- 6 - Bainha exterior em PVC (poderá ser em PE, sob encomenda)

- **Cabo Tripolar do Tipo LXHIAV, LXHIOAV, XHIAV, XHIOAV:**
(Tensões estipuladas : 6/10 kV ; 8,7/15 kV ; 12/20 kV)



Descrição:

- 1- Alma rígida em alumínio ou cobre
- 2 - Bainha semi-condutora extrudida
- 3 - Camada isolante em PEX
- 4 - Bainha semi-condutora extrudida
- 5 - Fita semi-condutora
- 6 - Écran metálico em cobre
- 7 - Bainha de enchimento
- 8 - Armadura em fita de aço
- 9 - Bainha exterior

DESIGNAÇÃO SEGUNDO A NORMA NP2361

- Conforme se referiu anteriormente, a norma portuguesa NP2361 (1984) veio alterar o sistema de codificação referido na norma NP665 (1972), relativamente à maioria dos cabos usados em baixa tensão.
- No quadro seguinte estão inscritos os símbolos que são usados para construir os códigos de identificação dos condutores isolados e cabos, no âmbito da aplicação da NP2361. É ainda apresentado um exemplo de codificação: HO5 VV – F3G2,5.
- Relativamente à composição dos cabos, chama-se a atenção para o seguinte: quando as secções das fases, do neutro e do condutor de protecção forem diferentes, a designação deve traduzir essa situação sem ambiguidades, como acontece nos exemplos seguintes:
 - ✓ 2×25 ? dois condutores de 25 mm^2 (fase e neutro).
 - ✓ 4×10 ? quatro condutores de 10 mm^2 (três de fase e um neutro).
 - ✓ $3 \times 35 + 2G16$? três condutores de 35 mm^2 (três condutores de fase) e mais dois condutores de 16 mm^2 , sendo um deles o condutor de protecção.
- Mais à frente, em quadro próprio, é apresentada a correspondência entre as designações das normas NP2361 e NP665, para um conjunto de cabos. De notar que o sistema da NP2361 é mais completo, embora, claro, não seja tão simples como o sistema da NP665.

SÍMBOLOS UTILIZADOS NAS DESIGNAÇÕES DE CONDUTORES ISOLADOS E CABOS ISOLADOS
PARA INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS DE ACORDO COM A NP-2361(HD 361)

		(1) EXEMPLO	H	05	V	V			- F	3	G	2,5
		SÍMBOLO										
NOR- MALI- ZAÇÃO	• Harmonizado	H										
	• Tipo nacional reconhecido	A										
TENSÃO	• Tipo nacional não reconhecido	PT-N										
	< 100/100 V	00										
TENSÃO	≥ 100/100; < 300/300 V	01										
	300/300 V	03										
	300/500 V	05										
	450/750 V	07										
	0,6/1 kV	1										
CONSTITUINTES	ISOLAMENTO	• Borracha de etileno - propileno • Etileno acetado de vinilo • Borracha • Borracha de silicone • Policloreto de vinilo • Polietileno reticulado	B G R S V X									
	REVESTIMENTO METÁLICO/REVESTIMENTOS	• Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada • Condutor concêntrico em alumínio • Blindagem de alumínio • Armadura em 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									
	FORMA	• Cabo circular • Cabo plano: - Condutores separáveis - Condutores não separáveis	H H2									
CONSTRUÇÃO	NATU- REZA	• Cobre • Alumínio	- A									
	FLEXIBILIDADE	• Condutor flexível classe 5 • Condutor flexível classe 6 • Condutor ou cabo flexível p/ instal. fixa • Condutor rígido circular cableado • Condutor rígido sectorial cableado • Condutor rígido maciço circular • Condutor rígido maciço sectorial • Condutor helicoidal	- F - H - K - R - S - U - W - Y									
COMPOSIÇÃO	• Número de condutores											
	• Ausência do condutor verde/amarelo	x										
	• Existência de condutor verde/amarelo	G										
	• Secção do condutor (mm²)											
	• Identificação por coloração • Identificação por algarismo	N										

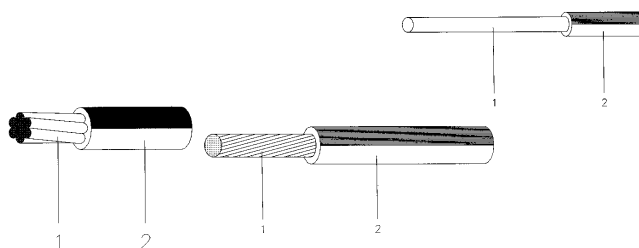
(1) Cabo harmonizado, de tensão 300 /500 V, com isolamento de policloreto de vinilo, com condutores de cobre flexíveis da classe 5, constituído por 3 condutores de cobre de 2,5 mm², sendo um o de protecção.

Designação segundo a NP-2361 (1984)	Designação segundo a NP-665 (1972)
H05V-U H07V-U H07V-R	V
H05V-K H07V-K	FV
A05VV-U A05VV-R	VV ⁽¹⁾
H03VV-F H05VV-F	FVV
PT-N05VVH2-U	VVD
H03VVH2-F	FVVD
H03VH-H	FFVD
H03RT-F	FBT
H05RR-F	FBB
H07RN-F	FBBN
<p>(1) Para além dos cabos harmonizados para a tensão de 300/500 V continua ainda a existir o cabo VV (0,6/1 kV) utilizado em redes de distribuição, nas canalizações enterradas e nas canalizações exteriores.</p>	

Quadro: Equivalência entre as Normas NP2361 e NP665.

CONSTITUIÇÃO DE ALGUNS CABOS CODIFICADOS CONFORME A NP 2361

- **Condutores do Tipo H 0 7 V – U (R ou K):**
(Tensão estipulada : 450 / 750 V)



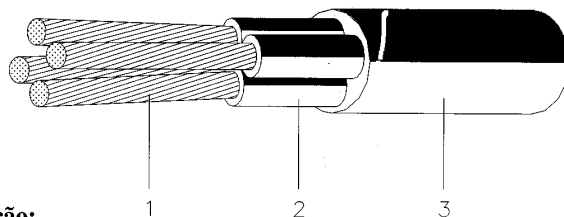
Descrição:

- 1) Alma condutora da classe 1 (U), da classe 2 (R) ou da classe 5 (K)
- 2) Isolamento de PVC

Utilização:

Aplicado na montagem de quadros eléctricos e em interiores de edifícios em instalações embebidas.

- **Cabo do Tipo H 0 5 VV – F:**
(Tensão estipulada : 300 / 500 V)



Descrição:

- 1) Alma condutora flexível de Cobre
- 2) Isolamento de PVC
- 3) Bainha exterior de PVC

Utilização:

Utilizado nas ligações dos aparelhos domésticos, em sinalização e comando.

5. TABELAS DE INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

- A *intensidade de corrente máxima admissível*, em regime permanente, *numa canalização*, é o valor da intensidade de corrente que provoca, no estado de equilíbrio térmico, o aquecimento das almas condutoras dos cabos, até ao valor máximo permitido. A temperatura de funcionamento é imposta pela isolamento, uma vez que aquela temperatura não pode ser superior à que está estabelecida pelas características do material isolante (por exemplo, 70° C para o PVC, ou 90° C para o PEX).
- A importância daquela corrente, resulta do facto de que o critério base para a fixação da secção de um condutor isolado, ou cabo, passa pela verificação de que a corrente de serviço previsível na canalização, é igual ou inferior à corrente máxima admissível no condutor isolado, ou cabo.
- A intensidade de corrente máxima admissível numa canalização depende, para além das características dimensionais, eléctricas e térmicas dos cabos, das condições de instalação dos mesmos (forma de agrupamento dos condutores, temperatura ambiente, etc) e do local onde se encontra colocada a canalização (enterrada ou ao ar livre; com, ou sem, entubamento), já que estes factores condicionam directamente a dissipação das perdas térmicas geradas nos cabos.
- As correntes admissíveis, em função do tipo de isolamento, do tipo de alma condutora, do número e secção dos condutores, considerando uma determinada temperatura ambiente de referência, e determinadas condições de instalação e de localização das canalizações, são indicadas na regulamentação de segurança e/ou catálogos de fabricantes, sob a forma de “Tabelas de Intensidades de Corrente Máximas Admissíveis”.
- Na figura é apresentada uma estrutura corrente para aquele tipo de tabelas. Depois, são tecidos alguns comentários sobre a estrutura e, mais adiante, é apresentado um exemplo concreto de uma tabela.

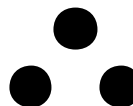
- São devidos alguns comentários sobre a estrutura apresentada:
 - É suposto tratar-se de uma canalização única, isto é, sem aquecimento mútuo com outras canalizações eventualmente colocadas nas proximidades;
 - As secções referem-se à alma condutora de cada um dos condutores;
 - Normalmente, as intensidades de corrente da coluna **1** referem-se a cabos monopolares, sem influências externas. Assim, no caso da associação de cabos monopolares, para formar sistemas monofásicos ou trifásicos, será de considerar uma correcção às intensidades de corrente (assunto a tratar posteriormente) desde que os cabos estejam juntos, o que é vulgar;
 - As intensidades de corrente da coluna **2** referem-se a canalizações monofásicas (normalmente, cabos com dois condutores);
 - A coluna **3** refere-se a sistemas trifásicos, admitindo-se um regime equilibrado, em que apenas os condutores de fase serão realmente percorridos por corrente. Significa isto que os condutores neutro e de protecção (se existir) são excluídos da contagem. Todavia, deve notar-se que há fabricantes que preferem antes a indicação “3-4 condutores”;

- Nos sistemas trifásicos (coluna **3**), as intensidades de corrente indicadas, dependendo dos fabricantes e/ou das tabelas, tanto podem referir-se a cabos multipolares (com três, quatro ou cinco condutores) como a sistemas de cabos unipolares juntos (sistemas “juntivos”);
- A propósito, convém recordar quais os modos habituais de colocação de cabos monopolares em sistemas trifásicos:

✓ Em Esteira



✓ Em Triângulo (Trevo)



✓ Em Esteira juntiva



✓ Em Triângulo (Trevo) juntivo



- As tabelas apresentam em rodapé a especificação das condições de instalação que foram consideradas para o cálculo das correntes máximas admissíveis, nomeadamente, se forem aplicáveis, as seguintes:
 - ✓ Temperatura ambiente;
 - ✓ Temperatura do solo ;
 - ✓ Resistividade térmica do solo;
 - ✓ Profundidade do enterramento.
- Sempre que as condições de instalação de uma canalização, não coincidirem com aquelas que foram consideradas numa tabela em uso, será necessário afectar as correntes admissíveis, de factores de correcção, de valores adequados, como veremos adiante. No entanto, deve notar-se que há fabricantes que fornecem tabelas já com as correntes admissíveis corrigidas para as novas condições de utilização, o que dispensa a aplicação de factores de correcção. Assim, sugere-se alguma atenção e prudência, no uso das tabelas de intensidades de corrente máximas admissíveis.

- A título de exemplo, é apresentada de seguida uma tabela de intensidades de corrente admissíveis, retirada de um catálogo editado por um determinado fabricante de cabos nacional.

TABELAS DE INTENSIDADES DE CORRENTES ADMISSÍVEIS								
CABOS DE BAIXA TENSÃO								
TIPO	PT – N05 VV – U / H05 VV – F / VV / VAV				LVV / LSVV / LVAV / LSVAV			
SECÇÃO (mm²)	COBRE				ALUMÍNIO			
	2 CONDUTORES		3-4 CONDUTORES		2 CONDUTORES		3-4 CONDUTORES	
	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR	ENTERR.	AO AR
0.5	-	14	-	12	-	-	-	-
1	-	17	-	15	-	-	-	-
1.5	30	22	25	20	-	-	-	-
2.5	40	30	35	28	-	-	-	-
4	50	40	45	36	-	-	-	-
6	65	50	60	48	-	-	-	-
10	90	70	80	65	-	-	-	-
16	120	95	110	90	95	75	90	70
25	155	125	135	110	125	100	110	90
35	185	150	165	130	150	120	130	105
50	220	180	190	150	175	145	150	120
70	280	225	245	195	225	180	195	155
95	335	270	295	235	270	215	235	190
120	380	305	340	270	305	245	270	215
150	435	350	390	310	350	280	310	250
185	490	390	445	355	390	310	355	285
240	570	455	515	410	455	365	410	330
300	640	510	590	470	510	410	470	375
400	760	610	700	560	610	490	560	450
500	-	-	-	-	-	-	-	-

As correntes indicadas são para as seguintes condições de instalação:

- Temperatura ambiente: 20° C (40° C para *Torçadas*)
- Temperatura do solo: 20° C
- Resistência térmica do solo: 70° C. cm/W
- Profundidade de enterramento: 0.5 a 0.7 m
- Temperatura no condutor: 70° C para isolamentos a PVC e 90° C para isolamentos a XLPE

6. FACTORES DE CORRECÇÃO

- Se as condições de instalação de uma canalização forem diferentes das que presidiram à elaboração de uma tabela de correntes máximas admissíveis em uso, há que corrigir estas correntes usando a expressão:

$$(I_Z)_{\text{real}} = I_Z \times K_a \times K_b \times K_c \times \dots$$

Com

- ✓ I_Z : Intensidade de corrente retirada da tabela.
 - ✓ $(I_Z)_{\text{real}}$: Intensidade de corrente corrigida.
 - ✓ K_i ($i=a, b, c, \dots$): factores (ou coeficientes) de correcção.
- Os factores de correcção, eventualmente a considerar, contemplam as seguintes situações:
 - Temperatura ambiente (só para canalizações ao ar);
 - Temperatura do solo (só para canalizações enterradas);
 - Profundidade de enterramento (só para canalizações enterradas)
 - Resistividade térmica do solo (só para canalizações enterradas)
 - Agrupamento de canalizações;
 - Cabos entubados;
 - Outras situações particulares de instalação.

Sempre que, relativamente a qualquer um destes itens ($i = a, b, c, \dots$), se verificar a concordância com as condições definidas na tabela em uso, será de usar um $K_i = 1$, na expressão anterior.

a) Temperatura do Ar Ambiente

Temperatura do ar ambiente : $T_{\text{ambiente}}, ^\circ\text{C}$	Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente: $\theta_p, ^\circ\text{C}$								
	65	70	75	80	85	90	95	100	105
0	1,36	1,32	1,29	1,27	1,24	1,23	1,21	1,20	1,18
5	1,31	1,28	1,25	1,23	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16
10	1,25	1,23	1,20	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13
15	1,20	1,17	1,16	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10
20	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07
25	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97

40	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93
45	0,76	0,79	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89
50	0,66	0,71	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86
55	0,54	0,61	0,67	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82
60	0,38	0,50	0,58	0,63	0,67	0,71	0,73	0,76	0,78
65		0,35	0,47	0,55	0,60	0,65	0,68	0,71	0,73
70			0,33	0,45	0,52	0,58	0,62	0,66	0,68
75				0,32	0,43	0,50	0,56	0,60	0,63
80					0,30	0,41	0,48	0,54	0,58
85						0,29	0,40	0,46	0,52
90							0,28	0,38	0,45
95								0,27	0,37
100									0,26

b) Temperatura do Solo

Temperatura do solo	Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente θ_p , °C								
	65	70	75	80	85	90	95	100	105
0	1,20	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11
5	1,16	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09
10	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06
15	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
30	0,88	0,89	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
35	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91
40	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,87
45	0,67	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84
50	0,58	0,63	0,67	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80

c) Profundidade de Enterramento

Profundidade (cm)	50-60	60-80	80-100
Coefficiente de Correção	1,02	1	0,98

d) Resistividade Térmica do Solo

- canalização, mas cujo valor é muitas vezes, difícil de avaliar com precisão., pois depende de vários factores, como sejam, a resistividade própria dos materiais que constituem o solo, a sua maior ou menor compactação, a humidade, etc. Em função destes, e de outros factores, a resistividade térmica pode variar, tipicamente entre valores de 0,4 K.m/W e 3,0 K.m/W de acordo com o exposto no quadro seguinte:

- Terreno muito húmido: 0,4 a 0,5 K.m/W
- Areia húmida: 0,5 a 0,7 K.m/W
- Calcário, argila: terreno normal seco: 0,7 a 1,0 K.m/W
- Terreno muito seco: 1,5 K.m/W
- Areia seca: 2,0 a 2,5 K.m/W
- Cinzas, escória: 3,0 K.m/W

- Factores de Correção:

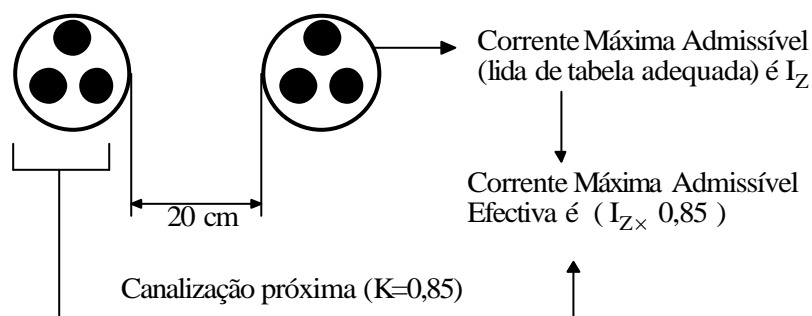
Temperatura. Máxima do Condutor (em °C)	Temp. do Solo (em °C)	Resistividade Térmica do Solo (em K.m/W)			
		0,7	1,0	1,5	2,5
90	5	1,07	1,00	0,94	0,89
	10	1,05	0,98	0,91	0,86
	15	1,03	0,95	0,89	0,84
	20	1,00	0,93	0,86	0,81
	25		0,90	0,84	0,78
	30		0,88	0,81	0,75
	35			0,78	0,72
	40				0,68
70	5	1,09	1,00	0,93	0,86
	10	1,06	0,97	0,89	0,83
	15	1,03	0,94	0,86	0,79
	20	1,01	0,91	0,83	0,76
	25		0,88	0,79	0,72
	30		0,85	0,76	0,68
	35			0,73	0,63
	40				0,59

e) Agrupamentos de Canalizações

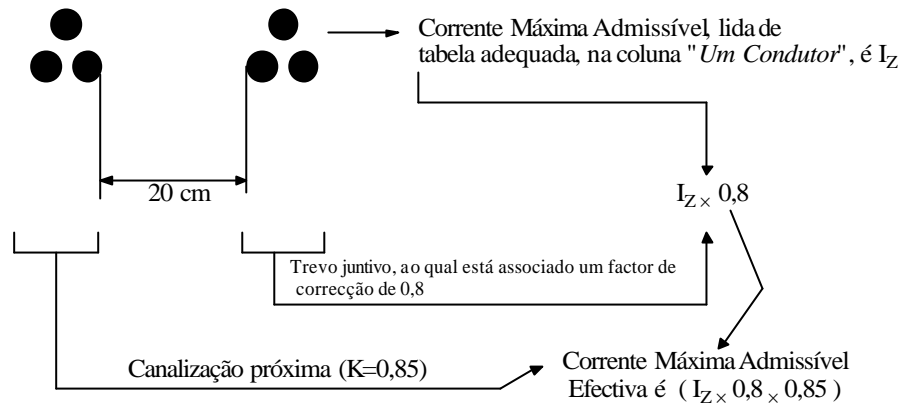
- Quando, pelo menos, uma canalização está colocada, lado a lado, com outra canalização, há que considerar o efeito do aquecimento mútuo entre canalizações, mediante a inclusão de um factor de correcção de valor inferior à unidade.
- No caso de canalizações enterradas, aquele efeito seria desprezável se o intervalo entre elas fosse, no mínimo, de um metro! Por razões económicas (custo proibitivo da abertura da vala), tal não é possível, sendo prática habitual dispor as canalizações em esteira horizontal, com uma distância de, até, 20 a 25 cm, entre canalizações adjacentes.
- **Factores de Correção** para Grupos de Canalizações Enterradas, em Esteira Horizontal (com afastamento de, cerca de, 20 cm entre canalizações adjacentes):

Nº de Sistemas Trifásicos (Ver Nota 1)	Factor de Correção
2	0,85
3	0,75
4	0,70
5	0,65
6	0,60
8	0,56
10	0,53

- ✓ **Nota 1:** Entende-se por *Sistema Trifásico*, um cabo tripolar ou um sistema de três cabos monopolares.
- ✓ **Nota 2:** Exemplo de utilização da tabela, para o caso de dois sistemas trifásicos constituídos por cabos tripolares:



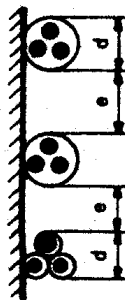
- ✓ **Nota 3:** Exemplo de utilização da tabela, para o caso de dois sistemas trifásicos constituídos por três cabos monocondutores, cada um:



Há fabricantes que fornecem, para a associação em trevo juntivo, a Corrente Máxima Admissível, em cada cabo, considerando já a influência dos outros dois, pelo que teremos $I_Z \times 1 \times 0,85$.

- **Factores de Correção** para Grupos de Canalizações Fixas nas Paredes:

- Não juntivas,



$$e \geq 2d \quad K=1$$

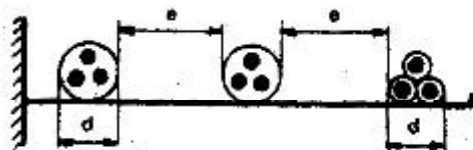
- Juntivas.

Coefficiente de Correção K

Número de cabos multipolares ou de ternos de monopolares	1	2	3	4	5	6	7	8	> 9
Colocação na parede	1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70
Colocação em tabuleiro	1,0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72

- **Factores de Correção** para Grupos de Canalizações Colocados no Chão ou em Tabuleiros:

- Canalizações não juntivas,



$$e \geq 2d \quad K=1$$

- Canalizações Juntivas,



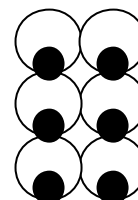
Coefficiente de Correção K

Número de cabos multipolares ou de ternos de monopulares	1	2	3	4	5	6	7	8	> 9
Colocação em pranchas ou tabuletas não perfuradas	1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70
Colocação no tecto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61
Colocação em tabuleiro perfurado	1,0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72
Colocação em consola	1,0	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78

f) Cabos Entubados

- Por imperativos de colocação, é, muitas vezes, necessário instalar os cabos no interior de tubos: por exemplo, em canalizações enterradas - quando se trata da travessia de vias de comunicação - ou em canalizações embebidas.
- Desde que o comprimento do entubamento ultrapasse poucos metros, haverá uma redução, não desprezável, da corrente máxima admissível, visto que o reduzido volume de ar que rodeia o cabo, aquece sob acção das perdas térmicas dissipadas. É assim necessário proceder à correcção da corrente máxima admissível na canalização.
- **Factores de Correção** para Cabos e Grupos de Cabos Entubados, Ao Ar:

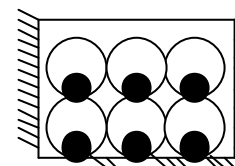
Nº de tubos sobrepostos	Nº de tubos na horizontal					
	1	2	3	4	5	6
1	0.85	0.80	0.77	0.75	0.74	0.73
2	0.78	0.74	0.71	0.69	0.68	0.67
3	0.72	0.69	0.66	0.65	0.64	0.63
4	0.70	0.66	0.63	0.62	0.61	0.61
5	0.68	0.65	0.61	0.60	0.59	0.59
6	0.67	0.64	0.60	0.59	0.58	0.58



Nota 1: Admite-se que os tubos estão encostados e que há um só sistema trifásico por tubo.

- **Factores de Correção** para Cabos e Grupos de Cabos Entubados, Enterrados:

Nº de tubos sobrepostos	Nº de tubos na horizontal					
	1	2	3	4	5	6
1	0.80	0.70	0.62	0.58	0.54	0.52
2	0.70	0.57	0.50	0.46	0.42	0.40
3	0.62	0.50	0.42	0.38	0.36	0.34
4	0.58	0.46	0.38	0.35	0.32	0.30
5	0.54	0.42	0.36	0.32	0.30	0.28
6	0.52	0.40	0.34	0.30	0.28	0.26



Nota 1: Admite-se que os tubos estão encostados e que há um só sistema trifásico por tubo.

Nota 2: O sistema trifásico, ou "feeder", pode ser constituído por um só cabo multipolar ou por um conjunto de cabos monopolares.

Nota 3: Esta tabela pode também ser usada para o caso de tubos colocados no interior de um maciço de betão (por exemplo, na travessia de estradas).


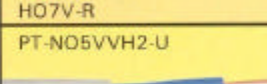


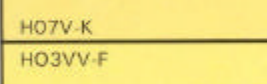



g) Cabos em Espaços Fechados

- Desde que o volume de ar que rodeia um cabo (ou grupo de cabos) seja reduzido, produz-se um aquecimento do ar, sob a acção das perdas térmicas dissipadas. É o caso das galerias técnicas de pequenas dimensões, não ventiladas, ou das caleiras de betão com tampa, que existem, frequentemente, nas fábricas, à superfície do solo.
- O factor de correcção a considerar para este caso pode ser encontrado na Tabela seguinte:

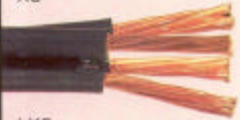

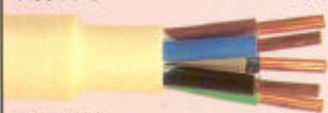





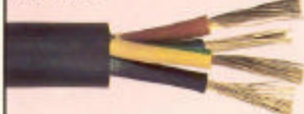
<i>Coeficiente de Ocupação</i>	5	7	10	15	20	30	50
Coeficiente de correcção, K, relativamente à colocação ao ar livre	0,60	0,66	0,72	0,80	0,85	0,90	0,92

7. CABOS DE UTILIZAÇÃO CORRENTE: ENERGIA (BT) E TELECOMUNICAÇÕES

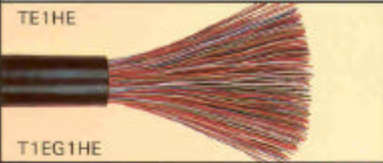

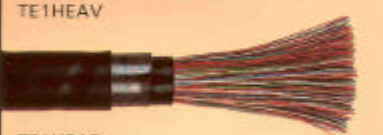


- Cabos para INSTALAÇÕES DOMÉSTICAS**

Tipo	Tensões	Normas de fabrico	Secções mm ²	Constituição	Utilização
H07V-U 	450/750 V	NP 2356	1,5 a 10	Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolante em PVC.	Em canalizações à vista ou embebidas, protegidos por tubos. Em canalizações à vista, protegidos por condutas.
H07V-R 	450/750 V		1,5 a 400		
PT-NO5VVH2-U 	300/500 V	NP 3324	1,5 a 4	Alma condutora rígida de cobre, isolamento em PVC, bainha exterior em PVC.	Próprios para instalações fixas à vista, no interior de edifícios.
H05V-K 	300/500 V	NP 2356	0,5 a 1	Alma condutora flexível de cobre, isolamento em PVC.	Apropriados para canalizações à vista ou embebidas, protegidos por tubos, para circuitos de sinalização ou controlo. Em canalizações à vista, protegidos por condutas.
H07V-K 	450/750 V		1,5 a 240		
H03VV-F 	300/300 V	NP 2356	0,5 a 0,75	Alma condutora flexível de cobre, isolamento em PVC, bainha exterior em PVC.	Em locais domésticos, para acções mecânicas fracas, para alimentar aparelhos portáteis leves. Em sinalização e comando.
H05VV-F 	300/500 V		0,75 a 4		
H05RR-F 	300/500V	NP 2357	0,75 a 2,5	Alma condutora flexível de cobre estanhado, isolamento em borracha EPDM, bainha exterior em borracha EPDM.	Próprios para ligação de receptores móveis, sujeitos a pequenos esforços mecânicos, em que seja necessária uma elevada flexibilidade do cabo.

- Cabos para INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS**

Tipo	Tensões	Normas de fabrico	Secções mm ²	Constituição	Utilização
XS 	0,6/1 KV	NP 3528	4,6 a 10	Alma condutora multifilar de cobre, isolamento em PEX.	Baixas de redes aéreas.
LXS			16 a 95	Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PEX.	Electrificação rural. Transporte e distribuição de energia.
VV 	0,6/1 KV	NP 2365	1,5 a 500	Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento em PVC (VV) ou PEX (XV), bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia, em edifícios e instalações industriais.
XV					
A05VV-U 	300/500 V	NP 2356	1,5 a 10	Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento, bainhas interior e exterior em PVC.	Para instalações domésticas correntes, no interior de edifícios.
A05VV-R			1,5 a 35		
XAV 	0,6/1 KV	NP 2365	1,5 a 500	Alma condutora unifilar ou multifilar de cobre, isolamento em PEX (XAV) ou PVC (VAV), bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada.
VAV					
LVV 	0,6/1 KV	NP 2365	16 a 500	Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PVC (LVV) ou PEX (LXV), bainha de regularização ou entretagem, bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais.
LXV					
LXAV 	0,6/1 KV	NP 2365	16 a 500	Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PEX (LXAV) ou PVC (LVAV), bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada.
LVAV					
LSVAV 	0,6/1 KV	NP 2365	16 a 185	Alma condutora maciça, circular ou sectorial, de alumínio, isolamento em PVC, bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada.
PT-N07VA7V-U 	450/750 V	NP 3326	1,5 a 35	Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento em PVC, bainha interior de PVC, blindagem em fita de alumínio, bainha exterior em PVC.	Transporte e distribuição de energia em edifícios industriais, comando e sinalização.
PT-N07VA7V-R					
H07RN-F 	450/750 V	NP 2357	1,5 a 35	Alma condutora multifilar de cobre estanhado, isolamento em borracha EPDM, bainha exterior em borracha neopreno.	Ligações de receptores móveis, sujeitos a esforços mecânicos moderados.

• **Cabos de Telecomunicações Mais Comuns e Suas Utilizações**

Tipo	Normas de fabrico	Composição	Constituição	Utilização
TE1HE 	85CL002-1 85CL004-1 Telecom Portugal	Pares e Quadras	Condutores de cobre macio, isolamento em PE ou PE celular, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, ou blindagem estanque em fita ALUPE, bainha exterior em PE.	Redes telefónicas exteriores para ligações locais.
T1EG1HE		Pares		
TE1HES 	85CL005-1 Telecom Portugal	Pares e Quadras	Condutores de cobre macio, isolamento de PE, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, bainha exterior em PE, tensor de aço isolado a PE.	Redes telefónicas exteriores, para ligações locais. Próprios para instalação aérea.
TE1HEAV 	85CL003-1 Telecom Portugal	Pares e Quadras	Condutores de cobre macio, isolamento em PE, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, bainha interior em PE, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC (AV) ou PE (AE).	Redes telefónicas exteriores, para ligações locais.
TE1HEAE				
TVHV 	Com base na CEI-189-2	Pares	Condutores de cobre, isolamento em PCV, fita de políester, fio de continuidade, blindagem em fita de alumínio, fio de rasgar, bainha exterior em PVC.	Redes telefónicas privadas ou ligações a bastidores em centrais telefónicas.
TVV				
Fibra Óptica — guia-luz 	Telecom Portugal	2 a 24 Fibras Ópticas	Fibras ópticas multimodo ou monomodo, tipo TIGHT ou LOOSE, cableadas em volta de tensor central. Diferentes tipos de revestimentos exteriores de acordo com necessidades do cliente e condições de instalação.	Redes telefónicas Redes de dados Circuitos de TV Usos militares Cablagem de navios e aviões Telecomando e informação em redes de alta tensão.

• **Nota: Sistema Corrente de Designações de Cabos de Telecomunicações**

			T1EG2HE	26x2x0,6
Tipo de Cabo	Cabo de Telecomunicações	T		
Material dos condutores	Cobre macio	Nenhuma letra		
	Cobre duro ou semi duro	K		
Material da isolamento	Policloreto de vinilo	V		
	Polietileno	E		
	Polietileno celular ou 'foam skin'	1E		
Material para tornar o cabo estanque	Geleia	G		
	Fita hidroexpansiva	1G		
Blindagem	Comum não estanque	H		
	Estanque	1H		
	Transversal + estanque	2H		
Elementos para abaixamento do factor de redução	Fio de alumínio	1R		
	Fitas de alumínio	1A		
Material de acabamento e reforço mecânico	Trança de cobre	Q		
	Trança aço galvanizado	1Q		
	Armadura de 2 fitas de aço	A		
	Armadura de fios de aço	R		
	Armadura de fita de aço corrugada	2A		
Material de bainha	Policloreto de vinilo	V		
	Polietileno	E		
	Ignífugo LS0H	G		
Indicações diversas	Condutores dispostos paralelamente	D		
	Cabos auto suportados – tensor metálico	S		
	Cabos auto suportados – tensor não metálico	1S		
Composição:				
Número de pares de diâmetro d		nx2xd		
Número de quadras de diâmetro d		nx4xd		