

Distribuição restrita

Guia prático

Instalações de Baixa Tensão

Guia para a determinação
das secções dos condutores
e escolha dos dispositivos
de protecção

Sumário

0 – Introdução	4
1 – Domínio de aplicação	4
2 – Documentos de referência	5
3 – Simbologia	6
4 – Parâmetros	9
4.1 – Resistências lineares dos condutores	10
4.2 – Reactâncias lineares dos condutores	10
5 – Características das instalações	11
6 – Características da fonte de alimentação	13
6.1 – Tensão	13
6.2 – Alimentação por transformadores MT/BT	13
6.3 – Alimentação por geradores	14
6.4 – Alimentação de baixa tensão	15
7 – Características dos dispositivos de protecção	15
7.1 – Disjuntores	15
7.2 – Fusíveis	15
8 – Determinação da corrente admissível	16
8.1 – Correntes admissíveis	16
8.2 – Modos de colocação	16
9 – Determinação do poder de corte dos dispositivos de protecção	17
9.1 – Correntes de curto-circuito trifásica máxima	17
9.2 – Correntes de curto-circuito bifásica máxima	17
9.3 – Correntes de curto-circuito monofásica máxima	17
10 – Resposta das canalizações pré-fabricadas às componentes electrodinâmicas	20
11 – Protecção contra os contactos indirectos (esquemas TN e IT)	21
11.1 – Tempos de corte	21
11.2 – Cálculo da corrente de defeito I_f	21
12 – Verificação das características térmicas dos condutores	23
12.1 – Componentes térmicas	23
12.2 – Corrente de curto-circuito mínima	24
12.3 – Cálculo da corrente de curto-circuito mínima	24
13 – Quedas de tensão	26

Antes de começar

- O presente guia é uma cópia do resumo CENELEC R064-003 estabelecido pelo comité SC 64B do CENELEC e rectificada pelo 89º gabinete técnico (Outubro de 1996).
- Serve de referência para o cálculo dos parâmetros de uma instalação.
- Os princípios de cálculo são os mesmos do guia UTE C15-105 com as seguintes modificações:
 - O factor de tensão C é variável de acordo com o cálculo da corrente;
 - As reactâncias lineares dos condutores (λ) são variáveis de acordo com o modo de instalação dos cabos (ver quadro 3);
 - Os valores das resistividades dos condutores (ρ) são variáveis de acordo com o tipo de dispositivo de protecção e o circuito considerado (ver quadro 5);
 - Para as canalizações pré-fabricadas, um só valor de componente reactiva média da impedância do anel é considerada (ver quadro 6);

Estas modificações são feitas tomando em conta as normas CEI 287, 781, 865 e 909.

O presente guia anula e substituí os documentos 15L-200 (Junho 1987), 15L-134 e 15L-135 (Julho 1987).

Este guia foi aprovado pelo comité de direcção da UTE,

0 Introdução

- As regras harmonizadas para as instalações eléctricas dos edifícios definidas nos documentos de harmonização, HD 384, necessitam dos cálculos de dimensionamento de numerosos componentes de instalação eléctrica.
- Em instalações complexas, os cálculos longos e complexos podem ser necessários. As regras do doc. HD 384 dão os princípios fundamentais sem os detalhes para uma aplicação precisa.
- O uso de softwares apropriados permitem a aplicação das regras para o cálculo das secções dos condutores e escolha dos dispositivos de protecção apropriados, qualquer que seja a natureza dos condutores e dos dispositivos de protecção. É essencial que o resultado da aplicação destes softwares seja conforme as regras harmonizadas.
- Razão pela qual este guia define os parâmetros de referência necessários aos cálculos das secções dos condutores e a escolha dos dispositivos de protecção. Dá-nos também os métodos de cálculo em conformidade com as diversas regras de segurança definidas nos documentos de harmonização da série HD 384.

1 Domínio de aplicação

- O presente guia é aplicável às instalações de baixa tensão em que os circuitos são constituídos de condutores isolados, de cabos ou canalizações pré-fabricadas.
- Define os diversos parâmetros utilizados para o cálculo das canalizações eléctricas afim de satisfazer as regras da HD 384
- Estas regras são essencialmente as seguintes:
 - Intensidades admissíveis nos condutores,
 - Características dos dispositivos de protecção para protecção contra as sobrecargas,
 - Verificação das características térmicas dos condutores quando ocorre o curto-circuito
 - Protecção contra os contactos indirectos,
 - Limitação da queda de tensão.

Notas:

1. As características mecânicas ocasionadas pela ocorrência de curto-circuitos são tratadas de acordo com a CEI 865
2. Geralmente os cálculos são efectuados a partir da fonte Transformador MT/BT, mas podem também ser relativos a um transformador BT/BT.

Os parâmetros definidos neste guia são especificamente destinados a permitir a verificação dos softwares de cálculo das secções dos condutores isolados, dos cabos e das características de escolha das canalizações eléctricas pré-fabricadas afim de verificar a conformidade dos resultados com a HD384.

2 Documentos de referência

As indicações do presente guia reference aos seguintes documentos CENELEC e CEI:

HD 383	Condutores de cabos isolados – Guia para os limites dimensionais dos condutores circulares
HD 384-4-41	Protecção contra os choques eléctricos
HD 384-4-43	Protecção contra as sobreintensidades
HD 384-4-473	Medidas de protecção contra as sobreintensidades
HD 384-5-52	Escolha e colocação em serviço das canalizações
HD 384-5-523	Correntes admissíveis nos condutores e cabos
HD 384-5-53	Aparelhagem (protecção, comando e seccionamento)
HD 384-5-54	Ligações à terra e condutores de protecção
HD 384-6-61	Verificação inicial
HD 398	Transformadores de potência
R 064-001	Relação sobre as correntes admissíveis nos condutores e cabos
EN 60269-2	Fusíveis de baixa tensão – Prescrições complementares para os fusíveis utilizados por pessoas “advertidas”
EN 60269-3	Fusíveis de baixa tensão – Prescrições complementares para os fusíveis utilizados por pessoas “não advertidas”
EN 60439-1	Conjuntos de aparelhagem (QUADROS)
EN60439-2	Regras particulares para as canalizações pré-fabricadas
EN 60898	Disjuntores para instalações domésticas e análogas para protecção contra sobreintensidades
EN 60947-2	Aparelhagem de baixa tensão – Disjuntores
CEI 269-2	Fusíveis de baixa tensão-Parte2: Regras suplementares para os fusíveis destinados a serem usados por pessoas habilitadas (uso industrial)
CEI 364	Instalações eléctricas de edifícios Secção 52 – canalizações Secção 523 – correntes admissíveis
CEI 724	Guia aos limites de temperatura de curto-circuito de cabos eléctricos de tensão estipulada maior ou igual a 0,6/1,0 KV
CEI 781	Guia de aplicação para o cálculo das correntes de curto-circuito nas redes de baixa tensão radiais
CEI 865	Correntes de curto-circuito – Cálculo dos efeitos
CEI 909	Cálculo das correntes de curto-circuito em redes trifásicas de corrente alternada

3 - Símbolos

I_B	Corrente de emprego do circuito considerado, [A] (VEI 826-05-04)
I_Z	Intensidade admissível no condutor , [A] (VEI 826-05-05)
I_f	Corrente de defeito, [A]
I_{nc}	Corrente estipulada da canalização pré-fabricada à temperatura ambiente de 30°C, [A]
I_p	Valor máximo de crista da corrente de curto-circuito trifásica, [KA].
$I_0^2 t_0$	Característica térmica admissível de um condutor de fase, neutro ou PE(PEN), em A ² s, geralmente dado para 1 segundo, VEI 447-07-17 e EN 60439-2,4.3
L_1	Comprimento do circuito,[m] índice u – a montante índice d – a jusante
L_2	Comprimento da canalização pré-fabricada,[m] índice u – a montante índice d – a jusante
R_N	Resistência do condutor de neutro a montante do circuito considerado, $R_N = \sum R_{neutro}, [m\Omega]$
R_{PE}	Resistência do condutor de protecção entre a ligação equipotencial principal e a origem do circuito considerado, $R_{PE} = \sum R_{cond.prot.}, [m\Omega]$
R_{PEN}	Resistência do condutor PEN entre a ligação equipotencial principal e a origem do circuito considerado, $R_{PE} = \sum R_{PEN.}, [m\Omega]$
R_Q	Resistência a montante da fonte, [mΩ]
R_T	Resistência da fonte, [mΩ]
R_{b0}	Componente resistiva média da impedância linear do anel fase-fase, fase-neutro ou fase-PE(PEN) a 20°C, [mΩ/m]
R_{b0ph}	Resistência linear média do condutor de fase a 20°C, [mΩ/m]
R_{b1}	Componente resistiva média da impedância linear do anel fase-fase, fase-neutro ou fase-PE(PEN) sobre uma corrente estipulada I_{nc} , à temperatura de funcionamento estável ,[mΩ/m]
R_{b1p}	Resistência linear média do condutor de fase, sobre uma corrente estipulada I_{nc} , à temperatura de funcionamento estável ,[mΩ/m]
R_{b2}	Componente resistiva média da impedância linear do anel fase-fase, fase-neutro ou fase-PE(PEN), a uma temperatura média compreendida entre a temperatura de funcionamento sobre uma corrente estipulada I_{NC} , e a temperatura máxima em curto-circuito, [mΩ/m]
R_u	Resistência do condutor de fase a montante do circuito considerado $R_u = \sum R_{fase}, [m\Omega]$
S	Secção dos condutores,[mm ²]
S_N	Secção do condutor de neutro ,[mm ²]

S_{PE}	Secção do condutor de protecção ,[mm ²]
S_{PEN}	Secção do condutor PEN,[mm ²]
SKQ	Potência de curto-circuito da rede de média tensão, [KVA]
S_{ph}	Secção do condutor de fase,[mm ²]
U_0	Tensão nominal da instalação entre fase e neutro, [V]
U_n	Tensão nominal da instalação entre fases, [V]
X_N	Reactância do condutor de neutro a montante do circuito considerado, $X_N = \Sigma X_{\text{neutro}}, [m\Omega]$
X_{PE}	Reactância do condutor de protecção entre a ligação equipotencial principal e a origem do circuito considerado, $X_{PE} = \Sigma X_{\text{cond.prot.}}, [m\Omega]$
X_{PEN}	Reactância do condutor PEN entre a ligação equipotencial principal e a origem do circuito considerado, $X_{PE} = \Sigma X_{PEN}, [m\Omega]$
X_b	Componente reactiva média da impedância linear do anel fase-fase, fase-neutro ou fase-PE(PEN), [mΩ/m]
X_{bph}	Reactância linear média do condutor de fase, [mΩ/m]
X_Q	Reactância a montante da fonte, [mΩ]
X_T	Reactância da fonte, [mΩ]
X_u	Reactância do condutor de fase a montante do circuito considerado $X_u = \Sigma X_{\text{fase}}, [m\Omega]$
Z_Q	Impedância a montante da fonte, [mΩ]
Z_T	Impedância da fonte, [mΩ]

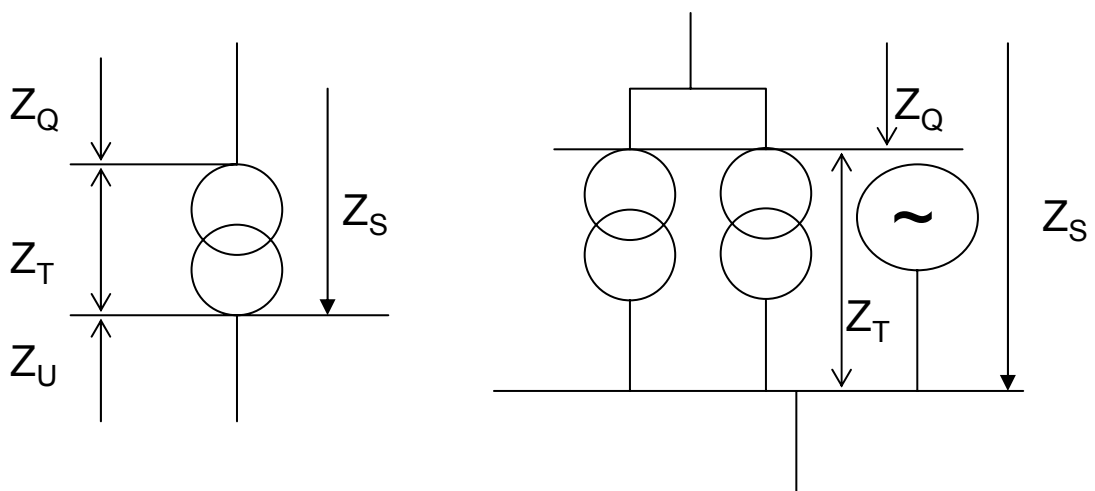
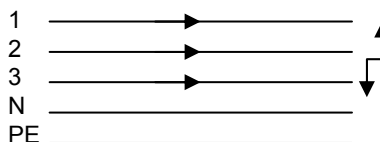
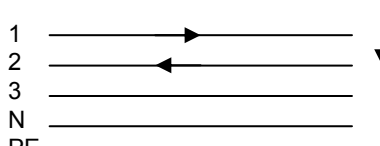
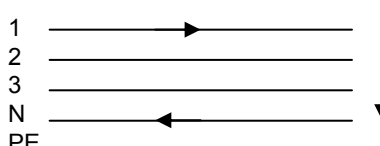
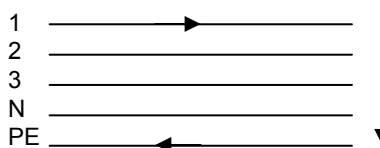


Figura 1

C	Factor de tensão
m	Factor de carga em vazio
	nota: m é tomado igual a 1,05 qualquer que seja a fonte (transformador ou gerador)
n_N	Número de condutores de neutro em paralelo
n_{PE}	Número de condutores de protecção em paralelo
n_{PEN}	Número de condutores PEN em paralelo
n_{Ph}	Número de condutores de fase em paralelo
λ	Reactância linear dos condutores, [mΩ/m]
ρ_0	Resistividade dos condutores a 20°C, [mΩ.mm ² /m]
ρ_1	Resistividade dos condutores à temperatura de funcionamento estável, [mΩ.mm ² /m]
ρ_2	Resistividade dos condutores sob uma temperatura média compreendida entre a temperatura de funcionamento estável e a temperatura final de curto-circuito, [mΩ.mm ² /m]
ρ_3	Resistividade dos condutores de protecção separados sob uma temperatura média compreendida entre a temperatura de funcionamento estável e a temperatura final de curto-circuito, [mΩ.mm ² /m]

Exemplos de resistências de canalizações pré-fabricadas

	Rbxph	curto-circuito trifásico
	Rbxph-ph	curto-circuito bifásico, por ex: entre fase1 ou fase2, ou entre qualquer uma das outras
	Rbxph-N	curto-circuito monofásico, por ex: entre fase1 e Neutro
	Rbxph-PE	defeito, por ex fase 1 e terra

Nota: O valor de X depende da configuração do circuito, do tipo do dispositivo de protecção, ver tabela 4a

4 Parâmetros

Tabela 1 : Resistividade a 20°C de acordo com a CEI 909, em mΩ.mm²/m

	Cobre	Alumínio
ρ ₀	18,51	29,41

Tabela 2 : Resistividade dos condutores para várias temperaturas

	PVC		PR	EPR
	Resistividade	Temperatura	Resistividade	Temperatura
ρ ₀	1,00 ρ ₀	20°C	1,00 ρ ₀	20°C
ρ ₁	1,20 ρ ₀	70°C	1,28 ρ ₀	90°C
ρ ₂ ≤ 300mm ²	1,38 ρ ₀	$\frac{160 + 70}{2} = 115^{\circ}\text{C}$	1,60 ρ ₀	$\frac{250 + 90}{2} = 170^{\circ}\text{C}$
ρ ₂ > 300mm ²	1,34 ρ ₀	$\frac{140 + 70}{2} = 105^{\circ}\text{C}$		
ρ ₃ ≤ 300mm ²	1,30 ρ ₀	$\frac{160 + 30}{2} = 95^{\circ}\text{C}$	1,48 ρ ₀	$\frac{250 + 30}{2} = 140^{\circ}\text{C}$
ρ ₃ > 300mm ²	1,26 ρ ₀	$\frac{140 + 30}{2} = 85^{\circ}\text{C}$		

Estes factores da tabela são obtidos apartir da seguinte fórmula:

$$\rho_{\theta} = \rho_0 (1 + 0,004 (\theta - 20))$$

Onde θ é a temperatura do condutor.

Tabela 3: reactância linear dos condutores (λ) em mΩ/m

	λ
Cabos multicond.ou monocond. em trevo	0,08
Cabos monocond. juntos em lado a lado	0,09
Cabos monocondutores separados	0,13

Notas:1- para os cabos armados, consultar os dados do construtor

2- os valores indicados são para circuitos monof. Podendo ser considerados médios para circuitos trifásicos.

4.1 Resistências lineares dos condutores

As resistências lineares dos condutores a 20°C são dadas no Anexo A.
Para os cálculos presentes neste documento, as resistências dos condutores de secção até 300mm² podem ser obtidas apartir das fórmulas seguintes:

Fase	Neutro	Protecção
$R_{coph} = \frac{\rho_0}{S_{ph} \cdot n_{ph}}$ $R_{c1ph} = \frac{\rho_1}{S_{ph} \cdot n_{ph}}$ $R_{c2ph} = \frac{\rho_2}{S_{ph} \cdot n_{ph}}$	$R_{coN} = \frac{\rho_0}{S_N \cdot n_N}$ $R_{c1N} = \frac{\rho_1}{S_N \cdot n_N}$ $R_{c2N} = \frac{\rho_2}{S_N \cdot n_N}$	$R_{coPE} = \frac{\rho_0}{S_{PE} \cdot n_{PE}} \quad \text{ou} \quad R_{coPEN} = \frac{\rho_0}{S_{PEN} \cdot n_{PEN}}$ $R_{c1PE} = \frac{\rho_1}{S_{PE} \cdot n_{PE}} \quad \text{ou} \quad R_{c1PEN} = \frac{\rho_1}{S_{PEN} \cdot n_{PEN}}$ $R_{c2PE} = \frac{\rho_2}{S_{PE} \cdot n_{PE}} \quad \text{ou} \quad R_{c2PEN} = \frac{\rho_2}{S_{PEN} \cdot n_{PEN}}$

Nota 1: as unidades consideradas são mΩ/m

Nota 2: A repartição da corrente é considerada como igual entre vários condutores em paralelo.

A repartição da corrente pode não ser igual entre vários condutores de forte secção, Por exemplo, secções superiores a 240mm², assim uma simples divisão pelo nº de condutores pode não ser apropriada (em estudo).

4.2 Reactâncias lineares dos condutores

As reactâncias lineares dos condutores são obtidas apartir das seguintes equações:

Trifásico ou bifásico	$X_c = \frac{\lambda}{n_{ph}} \quad m\Omega/m$
Monofásico (ou PE ou PEN)	$X_{cN} = \frac{\lambda}{n_{ph}} \quad m\Omega/m$ $X_{cPE} = \frac{\lambda}{n_{ph}} \quad m\Omega/m$ $X_{cPEN} = \frac{\lambda}{n_{ph}} \quad m\Omega/m$

Nota: Para os condutores com secção inferior a 25mm², a reactância é muito mais pequena do que a resistência, deste modo podemos omitir a reactância, facto verificado neste documento.

5 características das instalações

Tabela 4 a: escolha das resistividades e reactâncias lineares para condutores isolados e cabos

Condutores isolados e cabos:						
Resistividade				Reactância		
REGRAS	CORRENTES	CIRCUITOS	Circuitos a montante	Circuitos em defeito		Todos os circuitos
			Circuito de Distribuição	Circuito Terminal		
Corrente de Curto-circuito máxima	IK3 máx. IK2 máx. IK1 máx.	trifásico bifásico monofásico	ρ_0	ρ_0	ρ_0	λ
			ρ_0	ρ_0	ρ_0	λ
			ρ_0	ρ_0	ρ_0	λ
	Nature. do disp. de protecção:		Fusível	Disjuntor	Fusível	Disjuntor
Corrente de Curto-circuito mínima	IK2 min IK1 min	Fase-fase Fase-neutro	ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1	ρ_2 ρ_2	ρ_1 ρ_1
		PEN incorporado ou separado Fase-PEN Fase-PEN reduz.	ρ_1 ρ_1	ρ_1^{**} ρ_1^{**}	ρ_1^* ρ_2	ρ_1 ρ_1^*
De	If	PE incorporado Fase-PE Fase-PE reduz.	ρ_1 ρ_1	ρ_1^{**} ρ_1^{**}	ρ_1^* ρ_2	ρ_1 ρ_1^*
			ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_3 ρ_3	λ λ λ
Defeito		PE separado Fase-PE Para a fase: Para o PE Para o PE redu.	ρ_1 ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1 ρ_2	λ λ λ
Queda de tensão	IB	Fase Fase-neutro	ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1	ρ_1 ρ_1	λ λ

* - para circuitos em que o tempo de corte é superior aos valores dados nas tabelas 7 e 8, utilizar ρ_2
** - para os disjuntores temporizados usar ρ_2

Tabela 4 b: escolha das resistências e reactâncias lineares para canalizações pré fabricadas

Canalizações préfabricadas:						
Resistência				Reactância		
REGRAS	CORRENTES	CIRCUITOS	Circuitos a montante	Circuitos em defeito		Todos os circuitos
				Circuito de Distribuição	Circuito Terminal	
Corrente de Curto-circuito máxima	IK3 máx. IK2 máx. IK1 máx.	Fase Fase-fase Fase-neutro	R_{b0ph} $R_{b0ph\ ph}$ $R_{b0ph\ N}$	R_{b0ph} $R_{b0ph\ ph}$ $R_{b0ph\ N}$	R_{b0ph} $R_{b0ph\ ph}$ $R_{b0ph\ N}$	$X_{b\ ph}$ $X_{bph\ ph}$ $X_{bph\ N}$
Corrente de Curto-circuito mínima	Nature. do disp. de protecção: IK2 min IK1 min	Fase-fase Fase-neutro	$R_{b1ph\ ph}$ $R_{b1ph\ N}$	$R_{b2ph\ ph}$ $R_{b2ph\ N}$	$R_{b1ph\ ph}$ $R_{b1ph\ N}$	$X_{bph\ ph}$ $X_{bph\ N}$
Corrente De Defeito	If	Fase-PEN Fase-PE	$R_{b1ph\ PEN}$ $R_{b1ph\ PE}$	$R_{b2ph\ PEN}$ $R_{b2ph\ PE}$	$R_{b1ph\ PEN}$ $R_{b1ph\ PE}$	$X_{bph\ PEN}$ $X_{bph\ PE}$
Queda de tensão	IB	Fase Fase-neutro	R_{b1ph} $R_{b1ph\ N}$	$R_{b2ph\ PEN}$ $R_{b2ph\ PE}$	$R_{b1ph\ PEN}$ $R_{b1ph\ PE}$	X_{bph} $X_{bph\ N}$

* - para circuitos em que o tempo de corte é superior aos valores dados nas tabelas 7 e 8, utilizar Rb2
** - para os disjuntores temporizados usar Rb2

6. Características da fonte de alimentação

6.1 Tensão

O parâmetro de referência é a tensão nominal fase-neutro $U_0 = U_n / \sqrt{3}$, multiplicado pelo factor C.

O factor C é introduzido para tomar em conta as variações de tensão, as quais são função do tempo, da localização, das tomadas de regulação dos transformadores e de outras considerações. Os valores de C correspondem às condições mais severas da instalação de baixa tensão, valores dados na tabela 5, retirado da tabela 1 da CEI 909.

O factor C não se destina a tomar em consideração os defeitos impedantes.

Tabela 5: factor de tensão

Tensão nominal	factor de tensão C	
	C máx.	C min.
100V a 1000V	1,05	0,95

6.2 Alimentação por transformadores MT/BT

Logo que a instalação seja alimentada por uma rede de média tensão, as impedâncias da rede e do transformador MT/BT devem ser tidas em consideração para o cálculo das correntes de curto-circuito.

A impedância da rede de MT, vista do lado da BT, pode ser obtida junto do distribuidor, medida ou calculada de acordo com a fórmula abaixo:

$$Z_Q = \frac{(m U_n)^2}{S_{KQ}} \quad m\Omega \quad (1)$$

S_{KQ} - Potência de curto-circuito da rede de MT, [KVA]

$$R_Q = 0,100 X_Q$$

$X_Q = 0,995 Z_Q$ de acordo com a CEI 909 na ausência de informações mais precisas do distribuidor.

Impedância de um transformador

$$Z_T = \frac{(m U_n)^2 \times u_{Kr}}{S_{rT} \times 100} \quad m\Omega \quad (2)$$

S_{rT} -Potência estipulada do transformador, [KVA]

u_{Kr} -Tensão de curto-circuito [%], conforme a HD 398

Nota: Esta fórmula também é aplicável aos transformadores BT/BT, que pode por exemplo ser usado para troca do sistema de ligação à terra.

No caso de vários transformadores em paralelo com o mesmo valor de tensão de curto-circuito e de preferência com a mesma potência estipulada, os cálculos das correntes de curto –circuito máximas são feitos tendo em consideração o funcionamento simultâneo de todos os transformadores.

A resistência bem como a reactância podem ser dados pelo fabricante.

Em ausência de informação mais precisa, tomar os seguintes valores: $R_T = 0,31 Z_T$
 $X_T = 0,95 Z_T$

6.3 Alimentação por Geradores

Logo que a instalação seja alimentada por geradores, as impedâncias a considerar são as seguintes:

6.3.1 Reactância transitória X'_d

$$X'_d = \frac{(U_n)^2 \cdot x'_d}{S_{rG} \times 100} \quad m\Omega \quad (3)$$

S_{rG} -Potência estipulada do transformador, [KVA]

x'_d -Reactância transitória, [%]

6.3.2 Reactância homopolar X_0

$$X_0 = \frac{(U_n)^2 \cdot X_0}{S_{rG} \times 100} \quad m\Omega \quad (4)$$

x_0 -Reactância homopolar, [%]

As reactâncias podem ser dadas pelo fabricante.

Em ausência de informação mais precisa, tomar os seguintes valores: $30\% \quad x'_d$
 $6\% \quad x_0$

6.4 Alimentação de baixa tensão

As informações relativas à impedância de alimentação de baixa tensão pode ser obtida junto do distribuidor.

Devido à evolução da rede de distribuição face ao aumento e à diminuição dos consumos locais e para satisfazer os pedidos diários, um só valor de impedância de alimentação pode não ser suficiente. Na maioria dos casos podem ser obtidos valores máximos e valores mínimos. Se não poderem ser obtidos diferentes valores de R_s e de X_s , a impedância Z_s é substituída por R_s e $X_s=0$.

7. Características dos dispositivos de protecção

7.1 – Disjuntores

Para a protecção contra curto-circuitos e defeitos (isolamento), a corrente tomada em consideração é a corrente instantânea ou a do curto-retardamento.

Para realizar o funcionamento instantâneo do disjuntor, a corrente de defeito ou a corrente de curto-circuito deve ser superior à corrente máxima instantânea de funcionamento do disjuntor. As características dos disjuntores podem ser obtidas junto do fabricante.

Para os disjuntores conformes com a Norma EN 60898, a corrente instantânea é igual a:

-5 I_n	para os disjuntores tipo B
-10 I_n	para os disjuntores tipo C
-20 I_n	para os disjuntores tipo D

Para os disjuntores conformes com a Norma EN 60947-2, a corrente máxima instantânea é maior ou igual a 1,2x a corrente de regulação, a tolerância é igual a 20%.

7.2 – Fusíveis

Os fusíveis são conformes com as Normas EN 60269-2 ou EN 60269-3 para a protecção contra as sobrecargas, a corrente a tomar em consideração, é a corrente convencional de fusão.

Para a protecção contra curto-circuitos, as características dos fusíveis são dadas na EN 60269-2 para os fusíveis aM e na NF C 63-213 para os fusíveis gG.

As características dos fusíveis gG e aM correspondem aproximadamente à formula:

$$I^n \cdot t = a \quad (5)$$

Em que $n=4$ para os fusíveis tipo gG e 4,55 para os aM.

a é igual a I^n para o tempo de 1 segundo, t é o tempo em segundos.

Esta formula é usada para determinar o tempo de fusão de um fusível. Esta formula é aproximada e só deve ser usada para tempos curtos (inferiores a 2s para um fusível gG 6A e menos de 5s para um gG de 80A, ver curva tempo/corrente dos fusíveis gG na norma EN 600269-2).

8. Determinação da corrente admissível

8.1 correntes admissíveis

O valor da corrente admissível nos condutores e o valor da corrente estipulada das canalizações pré-fabricadas são calculadas apartir da corrente estipulada do fusível ou da corrente de regulação do disjuntor utilizado para a protecção contra as sobrecargas com base nas seguintes fórmulas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (6)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (7)$$

I_b – Corrente do circuito em estudo

I_n – Corrente nominal do dispositivo de protecção (corrente estipulada do fusível ou de regulação do disjuntor)

I_z – Corrente máxima admissível no cabo ou I_{nc} corrente estipilada da canalização pré-fabricada

I_2 – Corrente que assegura efectivamente o funcionamento do dispositivo de protecção, dentro do chamado tempo convencional.

8.2 – Métodos de colocação ou instalação

a) Os valores das correntes admissíveis e dos factores de correcção para os condutores isolados e os cabos, que não sejam enterrados, são dados na publicação R064-001 de Maio 1991

b) Para os cabos enterrados, os valores são dados no publicação CEI 364-5-523.

c) As correntes admissíveis para os tipos de cabos e das condições de isolamento não tratados nas publicações referidas anteriormente, deverão ser indicadas nas normas nacionais ou directamente pelos construtores.

9. Determinação do poder de corte dos dispositivos de protecção

As fórmulas indicadas no texto abaixo são aplicáveis a um só transformador (MT/BT ou BT/BT).

O poder de corte independentemente do dispositivo considerado, fusível ou disjuntor, deve ser maior ou igual à corrente máxima de curto-circuito presumida no local de instalação considerado, ver HD 384-4-434.

9.1 – Corrente de curto-circuito trifásica máxima

Em geral, a corrente de curto-circuito presumida corresponde à corrente de curto-circuito trifásica presumida I_{K3} .

Para um circuito trifásico, a corrente de curto-circuito máxima presumida será a que surge aos bornes do dispositivo de protecção e logo que os circuitos a montante vejam subir a sua temperatura, por exemplo sem carga.

A corrente de curto-circuito trifásica I_{K3} é igual a:

$$I_{K3} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0}{Z} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0}{\sqrt{(R_s + R_u + R_{0ph})^2 + (X_s + X_u + X_{ph})^2}} \quad \text{KA} \quad (8)$$

a) Para os condutores isolados e os cabos:

$$R_{0ph} = R_{C0ph} \times L_{1u}$$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1u}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas

$$R_{0ph} = R_{C0ph} \times L_{1u} + R_{b0ph} \times L_{2u}$$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1u} + X_{bph} \times L_{2u}$$

Com:

Os comprimentos L_{1u} e L_{2u} relativos aos circuitos a montante do dispositivo de protecção.

Nota:

	R_s	X_s
Transformador MT/BT	$R_Q + R_T$	$X_Q + X_T$
Alimentação BT	R_Q	X_Q

9.2 – Corrente de curto-circuito bifásica máxima

Geralmente não é necessário calcular a corrente máxima presumida de curto-circuito bifásica I_{K2} , dado esta ter uma relação constante com o valor de I_{K3} .

A corrente de curto-circuito bifásica I_{K2} é igual a:

$$I_{K2} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0 \sqrt{3}}{2 Z} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0 \sqrt{3}}{2 \sqrt{(R_s + R_u + R_{0ph})^2 + (X_s + X_u + X_{ph})^2}} = 0,86 I_{K3} \quad \text{KA} \quad (9)$$

a) Para os condutores isolados e os cabos: $R_{0ph} = R_{C0ph} \times L_{1u}$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1u}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas $R_{0ph} = R_{C0ph} \times L_{1u} + 0,5 R_{b0ph} \times L_{2u}$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1u} + 0,5 X_{bph} \times L_{2u}$$

Com:

Os comprimentos L_{1u} e L_{2u} relativos aos circuitos a montante do dispositivo de protecção.

Nota:

	R_s	X_s
Transformador MT/BT	$R_Q + R_T$	$X_Q + X_T$
Alimentação BT	R_Q	X_Q

9.2 – Corrente de curto-circuito monofásica máxima

Num esquema monofásico, a corrente de curto-circuito monofásica é geralmente superior à corrente de defeito. Razão pela qual, o cálculo desta corrente permite a determinação do poder de corte do dispositivo de protecção para este tipo de defeito.

A corrente de curto-circuito entre fase e neutro ou o condutor PE, I_{k2} é igual a:

$$I_{k1} = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot U_0}{\sqrt{(R_s + R_u + R_N + R_{0phN})^2 + (X_s + X_u + X_N + X_{phN})^2}} \quad \text{KA} \quad (10)$$

a) Para os condutores isolados e os cabos: $R_{0phN} = (R_{c0ph} + R_{c0N}) \times L_{1u}$

$$X_{phN} = (X_{cph} + X_{cN}) \times L_{1u}$$

ou

$$R_{0phPEN} = (R_{c0ph} + R_{c0PEN}) \times L_{1u}$$

$$X_{phPEN} = (X_{cph} + X_{cPEN}) \times L_{1u}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas

$$R_{0phN} = (R_{c0ph} + R_{c0N}) \times L_{1u} + R_{b0phN} \times L_{2u}$$

$$X_{phN} = (X_{cph} + X_{cN}) \times L_{1u} + X_{bphN} \times L_{2u}$$

ou

$$R_{0phPEN} = (R_{c0ph} + R_{c0PEN}) \times L_{1u} + R_{b0phPEN} \times L_{2u}$$

$$X_{phPEN} = (X_{cph} + X_{cPEN}) \times L_{1u} + X_{bphPEN} \times L_{2u}$$

Com:

Os comprimentos L_{1u} e L_{2u} relativos aos circuitos a montante do dispositivo de protecção.

Nota:

	R_s	X_s
Transformador		
Triângulo-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 0,9 X_T$
Estrela-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 4 X_T$
Estrela – Ziguezague	$R_Q + 0,8 R_T$	$X_Q + 0,8 X_T$
Triângulo - Ziguezague		
Alimentação BT	R_Q	X_Q

10 Resposta aos esforços electrodinâmicos das canalizações pré-fabricadas

Os esforços exercidos em condutores em paralelo, como é o caso das canalizações pré-fabricadas, logo que acontece um curto-circuito, podem ser muito elevadas. O esforço máximo acontece para o valor da corrente de crista da corrente inicial assimétrica de curto-circuito. Razão pela qual é o valor de crista que é tido em consideração e não o valor eficaz.

O valor de crista da corrente de curto-circuito presumida é igual ao valor eficaz da corrente de curto-circuito I_{k3} na origem da canalização pré-fabricada multiplicado pelo factor de crista (n) com o seguinte valor:

Tabela 6
Factor de crista (n)

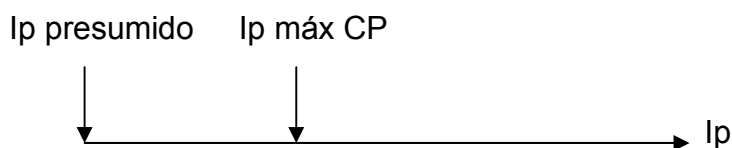
Corrente de curto-circuito eficaz	n
$I \leq 5 \text{ KA}$	1,5
$5 \text{ KA} < I \leq 10 \text{ KA}$	1,7
$10 \text{ KA} < I \leq 20 \text{ KA}$	2
$20 \text{ KA} < I \leq 50 \text{ KA}$	2,1
$50 \text{ KA} < I$	2,2

Esta tabela é tirada da Norma EN 60 439-1 (7.5.3)

Sendo a corrente de curto-circuito limitada ou não por um dispositivo de protecção, a condição de resposta aos esforços electrodinâmicos é ilustrada por um dos diagramas abaixo:

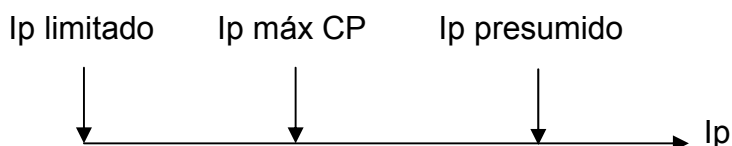
1º caso : sem limitador

$$I_p \text{ máx CP} \geq I_p \text{ presumido} = n I_{k3}$$



2º caso : com limitador

$$I_p \text{ máx CP} \geq I_p \text{ limitada}$$



Nota: $I_p \text{ máx CP}$ (canalização pré-fabricada) é dada pelo construtor.

11 Protecção contra os contactos indirectos (esquemas TN e IT)

11.1 Tempos de corte

O tempo de corte do dispositivo de protecção para uma corrente de defeito calculada como indicada em 11.2, deve ser maior ou igual ao valor apropriado:

Tabela 7 para o esquema **TN**, de acordo com a tabela 41A do HD 384.4.41

Tabela 8 para o esquema **IT**, de acordo com a tabela 41B do HD 384.4.41

Tabela 7

Tempos de corte máximos para o esquema TN

Tensão nominal U ₀ [V]	Tempo de corte em segundos
120, 127	0,8
220, 230	0,4
380 400	0,2
> 400	0,1

Tabela 8

Tempos de corte máximos para o esquema IT (2º defeito)

Tensão nominal U ₀ / U _n [V]	Tempo de corte em segundos	
	Neutro não distribuído	Neutro distribuído
120-240, 127/230	0,8	5
220/380, 230/400	0,4	0,8
460/690	0,2	0,4

As tabelas 7 e 8 dão-nos os tempos de corte máximos

Nota: A HD 384-4-41 permite tempos de corte mais elevados para materiais fixos satisfazendo outras condições.

11.2 Cálculo da corrente de defeito I_f

A corrente de defeito é calculada na extremidade do circuito a jusante. A temperatura para a qual a resistência do condutor é determinada depende das características do dispositivo de protecção e da configuração do circuito. A resistividade a utilizar é escolhida de acordo com as tabelas 4a e 4b. A corrente de defeito é necessária para determinar o tempo de corte máximo.

A corrente de defeito, I_f é igual a:

$$I_f = \frac{C_{\max} \cdot m \cdot \alpha \cdot U_0}{\sqrt{(R_s + R_u + R_{PE} + R_{phPE})^2 + (X_s + X_u + X_{PE} + X_{phPE})^2}} \quad \text{KA} \quad (11)$$

a) Para os condutores isolados e os cabos:

$$R_{phPE} = (R_{C0ph} + R_{C0PE}) \times L_{1d}$$

$$X_{phPE} = (X_{Cph} + X_{CPE}) \times L_{1d}$$

ou

$$R_{phPEN} = (R_{C0ph} + R_{C0PEN}) \times L_{1d}$$

$$X_{phPEN} = (X_{Cph} + X_{CPEN}) \times L_{1d}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas

$$R_{phPE} = (R_{Cxph} + R_{CxPE}) \times L_{1d} + R_{bxphPE} \times L_{2d}$$

$$X_{phPE} = (X_{Cph} + X_{CPE}) \times L_{1d} + X_{bxphPE} \times L_{2d}$$

ou

$$R_{phPEN} = (R_{Cxph} + R_{CxPEN}) \times L_{1d} + R_{bxphPEN} \times L_{2d}$$

$$X_{phPEN} = (X_{Cph} + X_{CPEN}) \times L_{1d} + X_{bxphPEN} \times L_{2d}$$

Com:

Os comprimentos L_{1d} e L_{2d} relativos aos circuitos situados a jusante.

α - coeficiente dependente do sistema de ligação à terra, igual a:

- 1 para o sistema TN
- 0,86 para o sistema IT Sem neutro distribuído
- 0,50 para o sistema IT Com neutro distribuído

Nota:

	R_s	X_s
Transformador		
Triângulo-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 0,9 X_T$
Estrela-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 4 X_T$
Estrela – Ziguezague	$R_Q + 0,8 R_T$	$X_Q + 0,8 X_T$
Triângulo - Ziguezague		
Gerador	≈ 0	$\frac{2 X'_d + X_0}{3}$
Alimentação BT	R_Q	X_Q

12 Verificação das características térmicas dos condutores

12.1 características térmicas

Deve ser verificado que a temperatura dos condutores de fase, de neutro e de protecção não ultrapasse a temperatura máxima admissível dada pelas normas HD 384-4-43 e HD 384-5-54, nas condições de curto-circuito ou de defeito.

A temperatura mais elevada aparece para a corrente de defeito mínima, pelo facto de a este valor o tempo de actuação da protecção ser maior.

Para a verificação da característica térmica dos condutores, é necessário verificar que o tempo de corte do dispositivo de protecção não é superior ao encontrado pela fórmula abaixo:

a) Para condutores isolados e cabos

$$t \leq \left[\frac{K.S}{I_K} \right]^2 \quad (12)$$

t – tempo de corte para a corrente I_K , (s)

K – é um factor em que o valor é dado na tabela 9, retirado da HD 384-5-54

S – secção dos condutores em $[mm^2]$

I_K – é para os condutores activos: a corrente mínima de curto-circuito $I_{K1 \min}$ ou $I_{K2 \min}$,
- para o condutor de protecção e para o PEN: a corrente de defeito I_f , [A]

Tabela 9
Valores do factor K

	Natureza dos condutores	
	Cobre	Aluminio
Condutores activos e condutores de protecção que fazem parte da mesma canalização:		
-Isolados a PVC $\leq 300 mm^2$	115	76
- $> 300 mm^2$	103	68
-Isolados a PR ou EPR	143	94
-Isolados a borracha até 85°C	134	89
Condutores de protecção separados:		
-Isolados a PVC $\leq 300 mm^2$	143	95
- $> 300 mm^2$	133	88
-Isolados a PR ou EPR	176	116
-Isolados a borracha até 85°C	166	110
-Nús *	159	105

* - Quando não há risco de incêndio

Notas:

Uma corrente de defeito elevada pode conduzir a esforços mecânicos excessivos nos condutores isolados ou nos cabos

Os valores de K para outras situações de isolamento podem ser consultados na CEI 724

b) Para canalizações pré-fabricadas

$$t \leq \left[\frac{I_0^2 t_0}{I_k^2} \right] \quad (13)$$

$I_0^2 t_0$ -É o valor admissível da característica térmica do condutor (fase, neutro, PE ou PEN) da canalização pré-fabricada.

12.2 Corrente de curto-circuito mínima

A verificação das características térmicas dos condutores activos só é necessária se o dispositivo de protecção contra sobrecargas não estiver situado na origem da canalização (de acordo com a HD 384-4-473, parágrafos 473.1.1.2 e 473.1.2) ou se a secção do condutor de neutro, do PE ou do PEN é inferior à dos condutores activos.

Se o dispositivo de protecção é um disjuntor, geralmente não é necessário verificar as características térmicas dos condutores para a corrente de curto-circuito máxima no local de instalação do disjuntor se ele não for intencionalmente retardado (temporizado).

12.3 Cálculo de corrente de curto-circuito mínima

Logo que as regras imponham que a corrente de curto-circuito mínima assegure o funcionamento do dispositivo de protecção, é necessário efectuar o cálculo desta corrente (geralmente o seu valor corresponde ao da corrente de curto-circuito fase-neutro I_{k1}), o valor é dado pelas fórmulas:

12.3.1 Corrente de curto-circuito mínima bifásica

O valor minimo da corrente de curto-circuito bifásica I_{k2} é igual a:

$$I_{k2min} = \frac{C_{min} \cdot m \cdot U_0 \sqrt{3}}{2 Z} = \frac{C_{min} \cdot m \cdot U_0 \sqrt{3}}{2 \sqrt{(R_s + R_u + R_{xph})^2 + (X_s + X_u + X_{ph})^2}} \quad (14)$$

	R_s	X_s
Transformador	$R_Q + R_T$	$X_Q + X_T$
Gerador	≈ 0	$\frac{2 X'_d + X_0}{3}$
Alimentação BT	R_Q	X_Q

a) Para os condutores isolados e os cabos:

$$R_{xph} = R_{c_{xph}} \times L_{1d}$$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1d}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas

$$R_{xph} = R_{c_{xph}} \times L_{1d} + 0,5R_{b_{xph}} \times L_{2d}$$

$$X_{ph} = X_c \times L_{1d} + 0,5X_{b_{ph}} \times L_{2d}$$

Com:

Os comprimentos L_{1d} e L_{2d} relativos aos circuitos a jusante do dispositivo de protecção

12.3.2 Corrente de curto-circuito minima monofásica

O valor minimo da corrente de curto-circuito monofásica, I_{k1} é igual a:

$$I_{k1min} = \frac{C_{min} \cdot m \cdot U_0}{\sqrt{(R_s + R_u + R_N + R_{xphN})^2 + (X_s + X_u + X_N + X_{phN})^2}} \quad (15)$$

a) Para os condutores isolados e os cabos:

$$R_{xphN} = (R_{c_{xph}} + R_{c_{xN}}) \times L_{1d}$$

$$X_{phN} = (X_{c_{ph}} + X_{c_N}) \times L_{1d}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas:

$$R_{xphN} = (R_{c_{xph}} + R_{c_{xN}}) \times L_{1d} + R_{b_{xphN}} \times L_{2d}$$

Com:

$$X_{phN} = (X_{c_{ph}} + X_{c_N}) \times L_{1d} + X_{b_{phN}} \times L_{2d}$$

L_{1d} e L_{2d} - Comprimentos relativos aos circuitos a jusante do dispositivo de protecção

Nota:

Para $R_{c_{xph}}$ ou $R_{c_{xN}}$, o valor de x depende da configuração do circuito e do tipo de dispositivo de protecção, ver tabela 4a.

Para:

$R_{b_{xph}}$ ou $R_{b_{xphN}}$

$X_{b_{xph}}$ ou $X_{b_{xphN}}$

ver tabela 4b.

	R_s	X_s
Transformador		
Triângulo-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 0,9 X_T$
Estrela-Estrela	$R_Q + R_T$	$X_Q + 4 X_T$
Estrela – Ziguezague	$R_Q + 0,8 R_T$	$X_Q + 0,8 X_T$
Triângulo - Ziguezague		
Gerador	≈ 0	$\frac{2 X'_d + X_0}{3}$
Alimentação BT	R_Q	X_Q

13 – Quedas de tensão

13.1 as quedas de tensão são calculadas com a ajuda das seguintes fórmulas:

$$u = b (R_{1ph} \cos \varphi + X_{ph} \sin \varphi) I_B \cdot 10^{-3} \quad [V] \quad (16)$$

u – queda de tensão, em [V]

b – é igual a **1** para os circuitos trifásicos e igual a **2** para os circuitos monofásicos

Com:

a) Para os condutores isolados e os cabos:

$$\begin{array}{ll} \text{circuitos trifásicos} & R_{1ph} = R_{c1ph} \times L_1 \\ & X_{ph} = X_{cph} \times L_1 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{circuitos monofásicos} & R_{1ph} = R_{c1ph} \times L_1 \\ & X_{ph} = X_{cph} \times L_1 \end{array}$$

b) Para as canalizações pré-fabricadas

$$\begin{array}{ll} \text{circuitos trifásicos} & R_{1ph} = R_{c1ph} \times L_1 + R_{b1ph} \times L_2 \times K_c \\ & X_{ph} = X_{cph} \times L_1 + X_{bph} \times L_2 \times K_c \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{circuitos monofásicos} & R_{1ph} = R_{c1ph} \times L_1 + 0,5 R_{b1phN} \times L_2 \\ & X_{ph} = X_{cph} \times L_1 + 0,5 X_{bphN} \times L_2 \end{array}$$

Cos φ – é o factor de potência, na ausência de indicações mais precisas, o factor de potência pode ser considerado = 0,8 (sen φ = 0,6)

K_c – coeficiente de repartição de carga tomado igual a:

1 se a carga estiver concentrada na extremidade da canalização

$\frac{n+1}{2n}$ se a carga estiver uniformemente repartida entre n derivações ao longo da canalização

O valor do coeficiente de repartição de carga K_c é válido para o cálculo da queda de tensão na extremidade da canalização.

Para calcular a queda de tensão num ponto localizado numa derivação situada à distância d da origem da canalização pré-fabricada, o coeficiente K_c é tomado igual a:

$$K_c = \frac{2n + 1 - n \cdot d/L}{2n} \quad (17)$$

no caso de cargas uniformemente repartidas da canalização.

13.2 A queda de tensão relativa (em percentagem) é igual a

$$\Delta u = u / U_0 \quad (18)$$

Anexo A

RESISTÊNCIAS DOS CONDUTORES

As resistências dos condutores dadas nas tabelas do presente anexo têm fundamento sobre os valores da CEI 228 “Resistências dos condutores de cabos isolados”. As resistências foram calculadas tendo em atenção o efeito de pele e os efeitos de proximidade conforme a CEI 287 “cálculo da corrente máxima admissível nos cabos (factor de carga 100%)”. As tolerâncias para o efeito de pele e os efeitos de proximidade foram calculados para os cabos juntos, a resistência de condutores não juntos de secção superior a 300mm² é inferior. As resistências de cabos com alma de cobre e espaçados com secção superior a 400mm² também estão indicadas.

Devemos ter em atenção que para secções superiores a 300mm², o efeito de espaçamento sobre a reactância é mais importante que o seu efeito sobre a resistência, isto falando em corrente alternada.

Tabela A1- Resistência dos condutores em corrente alternada a 20°C, [mΩ/m]

Secção nominal do condutor [mm ²]	Material	
	Cobre	Alumínio
1,5	12.1	---
2,5	7.41	---
4	4.61	7.41
6	3.08	4.61
10	1.83	3.08
16	1.15	1.91
25	0.727	1.2
35	0.524	0.868
50	0.387	0.641
70	0.268	0.443
95	0.194	0.320
120	0.154	0.253
150	0.125	0.207
185	0.100	0.165
240	0.077	0.126
300	0.062	0.101
380	----	0.801
400	0.049	0.80
480	---	0.065
	Espaçados	Juntos
500	0.039	0.040
600		
630	0.031	0.033
740		
800	0.025	0.028
960		
1000	0.021	0.025
1200		

Os valores indicados para os cabos espaçados são dados para uma distância entre eles de duas vezes o seu diâmetro.

Notas:

1- Os coeficientes de correcção relativos às resistências dos condutores de cobre ou de alumínio são dados na tabela 2 para uma temperatura média quando ocorre o defeito.

2- Esta tabela A1 não é utilizada em França. Os valores das resistências são obtidas por cálculo.

Anexo B

Procedimento para a atribuição de decisões técnicas relativas aos programas de cálculo informatizados das secções de condutores

Artigo 1º - A União técnica de Electricidade toma as suas decisões técnicas atestando, após ter examinado, que os resultados obtidos pelos programas de cálculo informatizados das secções dos condutores estão de acordo com a norma NF C 15-100.

Artigo 2º - Os programas de cálculo informatizados devem permitir satisfazer pelo menos as seguintes regras da norma NF C 15-100:

- Correntes admissíveis,
- Protecção contra sobrecargas,
- Protecção contra os curto-circuitos(poderes de corte dos dispositivos de protecção e, se necessário verificação das características térmicas dos condutores),
- Protecção relativa a contactos indirectos nos esquemas de ligação à terra TN e IT,
- Quedas de tensão,

Certos programas, assim como todos os documentos que acompanham, devem estar redigidos em francês

Artigo 3º - As decisões técnicas entregues a quem concebe os programas deverão permitir aos utilizadores dos programas justificar as soluções tomadas e a quem verifica, estar seguro que as instalações realizadas segundo as informações fornecidas por estes programas estão efectivamente conforme a norma NF C 15-100.

Artigo 4º - As decisões técnicas são entregues para os programas de cálculo que satisfaçam todas as regras da norma NF C 15-100, enunciadas no artigo 2, após estudo do programa e controle dum certo número de cálculos pela comissão de atribuição definida no artigo 6 efectuada de acordo com os parâmetros do presente relatório (parâmetros de referência para o controlo dos programas de cálculo informatizados das secções dos condutores).

A União técnica de Electricidade tem toda a liberdade de escolher os exemplos que permitam o controlo dos programas.

Cada decisão técnica precisa exactamente os domínios aos quais os programas correspondentes se aplicam e aos quais não se aplicam. Indica os limites de emprego e as possibilidades efectivas do programa.

Artigo 5º - Para obter a decisão técnica, o construtor do programa de cálculo informatizado deve propor à União técnica de Electricidade um dossier com todas as informações enumeradas no Anexo 1. Lista de informações a fornecer para o pedido da decisão técnica relativa a um programa de cálculo informatizado das secções dos condutores.

O construtor informático deverá fornecer á União técnica de Electricidade o suporte material do programa, acompanhado das informações necessárias de acordo com o anexo II (Lista das características necessárias para o cálculo das secções de condutores e escolha dos dispositivos de protecção), assim como se necessário o equipamento que permite a utilização do programa de cálculo.

Anexo B

Procedimento para a atribuição de decisões técnicas relativas aos programas de cálculo informatizados das secções de condutores

Artigo 6º - As decisões técnicas são tomadas com base numa comissão composta por:

- Presidente da Comissão das instalações eléctricas de Baixa Tensão da UTE,
- Secretário da Comissão das instalações eléctricas de Baixa Tensão da UTE,
- Dois representantes da Federação Nacional do Equipamento Eléctrico,
- Dois representantes do sindicato das empresas de Redes eléctricas, Centrais de equipamentos industrial,
- Um representante da Electricidade de França,
- Dois representantes da Federação das Indústrias Eléctricas e Electrónicas
- Um representante da CONSUEL
- Dois representantes dos organismos de controlo, designados por COPREC,
- Um representante da União Técnica de Electricidade.

Os representantes dos diferentes organismos são designados por uma duração de três anos, renovável uma vez.

Artigo 7º - Uma cópia conforme a decisão técnica e dos seus anexos deve ser junta a todo o programa colocado à disposição de um utilizador pelo conceptor do programa informático e este último tem uma lista nominativa das pessoas e organismos aos quais o programa foi remetido.

Artigo 8º - Um utilizador de um programa que obteve um decisão técnica favorável está autorizado a estabelecer reproduções dessa decisão técnica nas mesmas condições do artigo 7º. Estas reproduções podem ser juntas aos planos, esquemas e cálculos de instalações concebidas ou por ele realizados.

Artigo 9º - A utilização de um programa é da inteira responsabilidade do seu utilizador.

Nota: Certos programas podem necessitar de uma formação especial para a sua utilização e, em todo o caso, É necessário um bom conhecimento da norma NF C 15-100.

Artigo 10º - O construtor não pode incluir qualquer modificação a um programa que tenha obtido uma decisão técnica favorável sem o acordo da União Técnica de Electricidade.

Toda a modificação deve ser alvo de um novo pedido nas condições definidas no artigo 5.

O construtor toma a seu cargo informar as pessoas e organismos aos quais o programa foi remetido de todas as modificações posteriores e suas consequências sobre a decisão técnica.

Artigo 11º - A União Técnica de Electricidade reserva-se a possibilidade de anular uma decisão técnica concedida a um programa em que a conformidade não será reconhecida.

Anexo B1

Lista de documentos a fornecer para o pedido de decisão técnica relativa a um programa de cálculo Informatizado para a determinação da secção dos condutores.

1	Nome, Designação social e endereço do organismo construtor.	
2.1 2.2	Referência do programa Calculadoras sobre as quais o programa pode ser utilizado.	
3	Dominio de aplicação do programa	Referências NFC 15 - 100
3.1 3.2 3.3	tensões frequências esquemas de ligação à terra	313.1.1.2 313.1.1.3 313.2
3.4 3.41 3.42	Natureza da fonte Potências Características particulares (tensão de curto-circuito ligações....)	313
3.5 3.51 3.52 3.53 3.54 3.55	Natureza das canalizações Alma do Condutor Isolamento Modos de colocação Factores de correcção temperatura ambiente agrupamento condições particulares Secções dos condutores	523.1 521 – tabela 52C 523.2 523.3 tabela 52F , 52G
3.6 3.61 3.62 3.63 3.64 3.65	Natureza dos dispositivos de protecção Fusíveis gG Fusíveis aM Disjuntores tipo C Disjuntores tipo B Disjuntores de Uso Geral	
3.7 3.71 3.72 3.73	Condições de influência externa Ambiente (A) Utilização (B) Construção de edificios	32 321 322 323
3.8 3.81 3.82	Características particulares Factor de potência Resistividade térmica do solo (para cabos enterrados)	523.3

Anexo B1

**Lista de documentos a fornecer para o pedido
de decisão técnica relativa a um programa de cálculo
Informatizado para a determinação da secção dos condutores.**

	Dominios aos quais o programa não se aplica	Referências NFC 15 - 100
1 2 3 4 4.5 4.8	Tensões Frequências Esquemas de ligação à terra Natureza da fonte Natureza das canalizações Dispositivos de protecção Condições de influencia externa Características particulares	523.3 521 32
5	Lista de características a fornecer se forem diferentes das enumeradas no Anexo II	
6 6.1 6.2 6.3 6.4 6.5	Lista das informações fornecidas pelo programa Correntes admissíveis Protecção contra as sobrecargas Protecção contra os curto-circuitos Protecção contra os contactos indirectos Quedas de tensão	523 433 / 533.2 434 / 533.3 413.1 / 532 525

- Determinação de K1 para os fusíveis gG

In	I1	K1
2	13	6,5
4	26	6,5
6	38	6,33
10	67	6,70
16	90	5,63
20	120	6,00
25	150	6,00
32	220	6,88
40	260	6,50
50	380	7,60
63	440	6,98
80	660	8,25
100	860	8,60
125	1180	9,44
160	1400	8,75
200	2000	10,00
250	2300	9,20
315	3300	10,48
400	4300	10,75
500	5700	11,40
630	7400	11,74
800	10300	12,90
1000	13000	13,00
1250	19400	15,52

I1 / Tempo de fusão 1s (NF C 63-213)