

# Projeto Elétrico Predial

Prof. Dorival Rosa Brito

AULA 15 – Proteção de Instalações Elétricas

Vitória- 2020

# Tópicos

- ❑ Prescrições fundamentais da NBR 5410
- ❑ Proteção em instalações elétricas
- ❑ Terminologias
- ❑ Proteção contra sobre correntes
- ❑ Exemplos de dimensionamento de disjuntores
- ❑ Dimensionamento de Fusíveis
- ❑ Proteção contra curto-circuitos

Prescrições Fundamentais  
da NBR 5410  
à respeito da Segurança

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- A NBR 5410:2004, **item 3.2, 5.2, 5.3 e 5.4**, estabelece as prescrições fundamentais destinadas a garantir a segurança de pessoas, animais domésticos e bens contra os perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas em condições previstas

# Prescrições Fundamentais da NBR

- Proteção contra choques elétricos
  - Elemento condutivo ou parte condutiva
  - Proteção básica
  - Proteção supletiva
  - Proteção adicional
  - Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (DR)
  - Sistemas de extra-baixa tensão separados da terra e de outros sistemas

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- ❑ Proteção contra efeitos térmicos
- ❑ As pessoas, bem como os equipamentos e materiais fixos adjacentes a componentes da instalação elétrica, devem ser protegidos contra os efeitos térmicos prejudiciais que possam ser produzidos por esses componentes, tais como:
  - ❑ Risco de queimaduras
  - ❑ Combustão ou degradação dos materiais
  - ❑ Comprometimento da segurança de funcionamento dos componentes e equipamentos instalados

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- Proteção contra Sobrecorrentes
  - Proteção contra correntes de sobrecargas
  - Proteção contra correntes de curto-circuito
  - Proteção dos condutores de fase
  - Proteção do condutor neutro

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- Proteção contra Sobretensões
  - Proteção contra sobretensões temporárias
  - Proteção contra sobretensões transitórias: em linhas de energia e em linhas de sinal



# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

## □ Terminologias

- Sobrecorrentes: são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal
- As sobrecorrentes são originadas por:
  - Solicitação do circuito acima das características do projeto (sobrecargas)
  - Falta elétrica (curto-circuito)

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- Correntes de Sobrecarga
- As correntes de sobrecargas são caracterizadas pelos seguintes fatores:
  - Provocam, no circuito, correntes superiores à corrente nominal
  - Provoca solicitações dos equipamentos acima de suas capacidades nominais
  - Devido a instalação de cargas de potência nominal acima dos valores previstos no projeto

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- ❑ Correntes de Sobrecarga
- ❑ As correntes de sobrecargas são extremamente prejudiciais ao sistema elétrico
- ❑ Provocam a elevação da corrente do circuito a valores que podem chegar até dez vezes o valor da corrente nominal, produzindo com isso efeitos térmicos altamente danosos aos circuitos

# Prescrições Fundamentais da NBR 5410

- ❑ Corrente de Curto-Circuito
- ❑ As correntes de curtos-circuitos são provenientes de falhas ou defeitos graves da instalação, tais como:
  - ❑ Falha ou rompimento da isolação entre fase e terra
  - ❑ Falha ou rompimento da isolação entre fase e neutro
  - ❑ Falha ou rompimento da isolação entre fase distintas
- ❑ Como consequência, produzem correntes extremamente elevadas, na ordem de 1000% a 10000% do valor da corrente nominal do circuito

# Proteção Contra Sobrecorrentes

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Disjuntores Termomagnéticos
- Os disjuntores são dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Disjuntores Termomagnéticos
- Numa instalação elétrica, residencial, comercial ou industrial, o importante é garantir as condições ideais de funcionamento do sistema sob quaisquer condições de operação, protegendo os equipamentos e a rede elétrica de acidentes provocados por alteração de corrente



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Disjuntores Termomagnéticos
- Em resumo, os disjuntores cumprem três funções básicas:
  - Abrir e fechar os circuitos (manobra)
  - Proteger a fiação, ou mesmo os aparelhos, contra sobrecarga por meio do seu dispositivo térmico
  - Proteger a fiação contra curto-circuito por meio do seu dispositivo magnético



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ Disjuntores Termomagnéticos
- ❑ **Vantagem:** permite o religamento do circuito sem necessidade de substituição de componentes
- ❑ **Característica do Disjuntor:** caso o defeito na rede persista no momento do religamento, o disjuntor desligará novamente
- ❑ Assim, ele não deverá ser manobrado até que se elimine o problema do circuito
- ❑ **Nota:** os disjuntores termomagnéticos deve ser ligados aos condutores **fase** dos circuitos

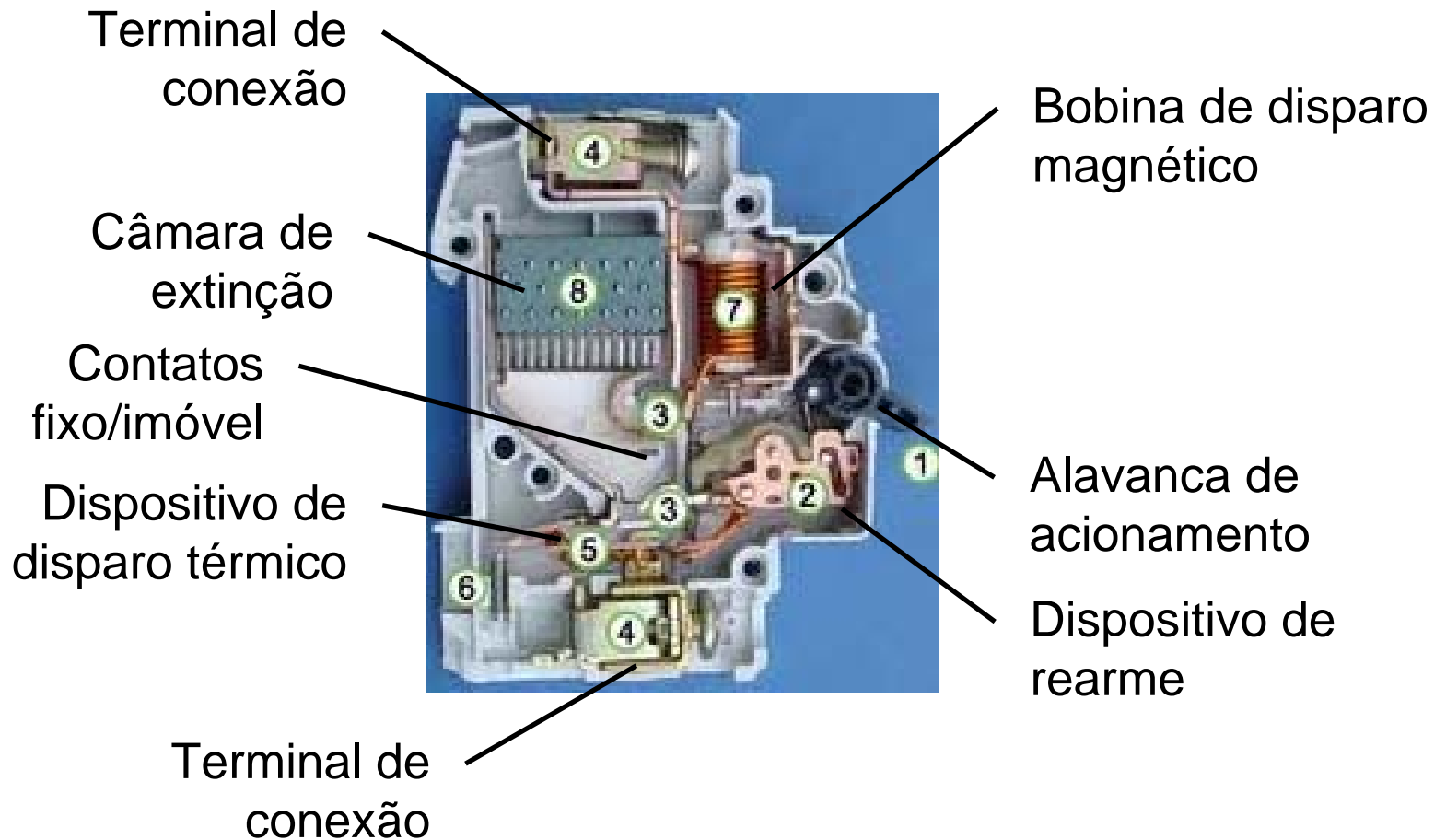
# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Principais partes componentes dos disjuntores:



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Principais partes componentes dos disjuntores:



# Proteção Contra Sobrecorrentes

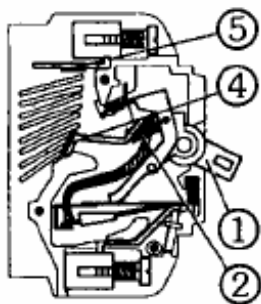
## ❑ **Funcionamento**

- ❑ O disjuntor mais utilizado para proteção e manobra de circuitos de iluminação e tomadas é do tipo “quick-lag”
- ❑ Neste, um disparador ou dispositivo de proteção térmica funciona de acordo com o princípio do “bimetal”, que se baseia na dilatação de duas lâminas de metais diferentes (aço e latão, por exemplo), portanto com coeficientes de dilatação distintos, desligando o circuito na eventualidade de uma sobrecarga

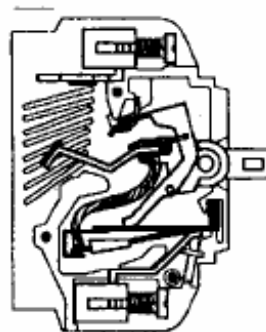
# Proteção Contra Sobrecorrentes

## ❑ Funcionamento

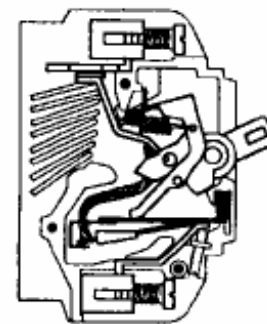
- ❑ No caso de ocorrer um curto-circuito, a proteção far-se-á através de um disparador magnético bobinado
- ❑ Sequência de fechamento manual:



**A**



**B**



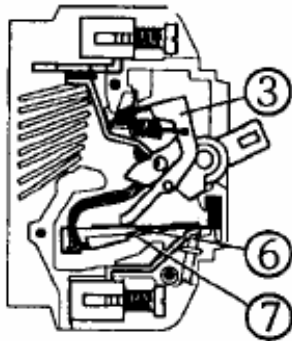
**C**

- A** - Contatos abertos - o contato móvel (4) está fulcrado na alavanca de manobra (1); a mola de disparo (2) está tracionada. A mola transmite ao contato móvel uma força cujo conjugado em relação ao fulcro tem sentido anti-horário.
- B** - Aplicando uma força à alavanca de manobra, desloca-se o fulcro; o contato móvel (4) passa para a posição fechado quando, superando o ponto morto, inverte-se o sentido do conjugado.
- C** - O disjuntor está fechado: contato móvel (4) e contato fixo (5) tocam-se. A velocidade de fechamento não depende da velocidade de acionamento da alavanca de comando.

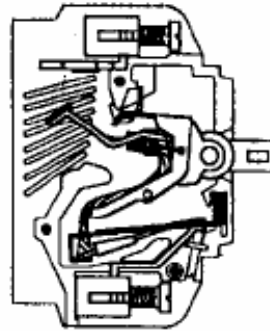
# Proteção Contra Sobrecorrentes

## □ Funcionamento

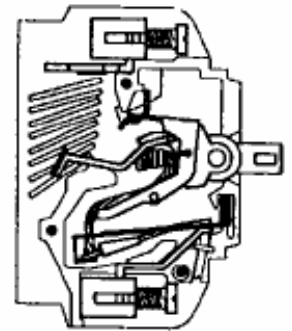
### □ Atuação Térmica:



**A**



**B**



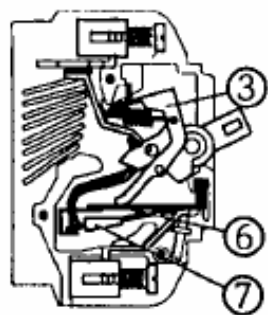
**C**

- A** - Contato na posição fechada: a alavanca "foice" (3) está bloqueada na alavanca de engate (6). Ocorrendo uma sobrecarga, o bimetálico (7) se curva até agir na parte final da alavanca de engate.
- B** - A rotação da alavanca de engate liberta a alavanca "foice" à qual é fixada a mola. O contato se abre enquanto o conjugado da força, transmitido pela mola ao contato móvel, muda de sentido em relação ao fulcro.
- C** - O contato móvel continua seu movimento até a abertura total, enquanto a alavanca de manobra passa à posição intermediária, indicando a atuação automática do dispositivo.

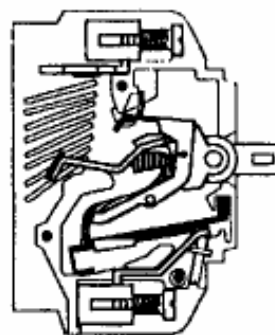
# Proteção Contra Sobrecorrentes

## ❑ Funcionamento

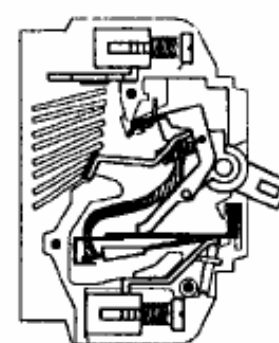
### ❑ Atuação Magnética:



**A**



**B**



**C**

- A** - Contato na posição fechada: a alavanca "foice" (3) está bloqueada na alavanca de engate (6). Ocorrendo um curto-circuito, o disparador eletromagnético atrai a alavanca de engate, liberando a alavanca foice.
- B** - O contato se abre. Também nesse caso a alavanca de manobra passa à posição intermediária, indicando a atuação automática do dispositivo.
- C** - Novo fechamento do dispositivo. Para fechar novamente o disjuntor, deve-se rearmar o mecanismo, girando a alavanca de manobra até a posição de abertura; reengatada a alavanca, pode-se de novo proceder ao fechamento.

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Características dos Disjuntores
- Número de pólos
  - Monopolares ou unipolares
  - Bipolares
  - Tripolares





# Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ Características dos Disjuntores
- ❑ Quanto à tensão de operação:
  - ❑ Disjuntores de baixa tensão (tensão nominal até 1000V)
    - ❑ Disjuntores em caixa moldada
    - ❑ Disjuntores abertos
  - ❑ Disjuntores de média e alta tensões (acima de 1000V)
    - ❑ Vácuo
    - ❑ Ar comprimido
    - ❑ Óleo
    - ❑ Pequeno volume de óleo (PVO)
    - ❑ SF<sub>6</sub> (Hexafluoreto de Enxofre)



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ Em instalações elétricas prediais de baixa tensão, são mais utilizados os disjuntores termomagnéticos em caixa moldada
- ❑ Os materiais utilizados na sua fabricação são: poliéster e poliamida, por exemplo
- ❑ São providos com acionamento manual e são equipados com disparadores contra sobrecarga (disparador térmico) e contra curto-circuito (bobina eletromagnética)



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Os mais sofisticados são providos ainda de ajuste para atuação dos disparadores eletromagnéticos e térmicos e disparadores de subtensão (bobina de mínima)



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Dimensionamento de Disjuntores
- A NBR 5410:2004 estabelece condições que devem ser cumpridas para que haja uma perfeita coordenação entre os condutores vivos de um circuito e o dispositivo que os protege contra correntes de sobrecarga e contra curto-circuitos

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Proteção contra sobrecarga
- A NBR 5410:2004, item **5.3.4**, diz que devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de sobrecarga nos condutores dos circuitos antes que ela possa provocar um aquecimento prejudicial à isolação, aos terminais ou às vizinhanças das linhas

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Proteção contra as sobrecargas
- Para que a proteção contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$a) I_P \leq I_N \leq I_Z$$

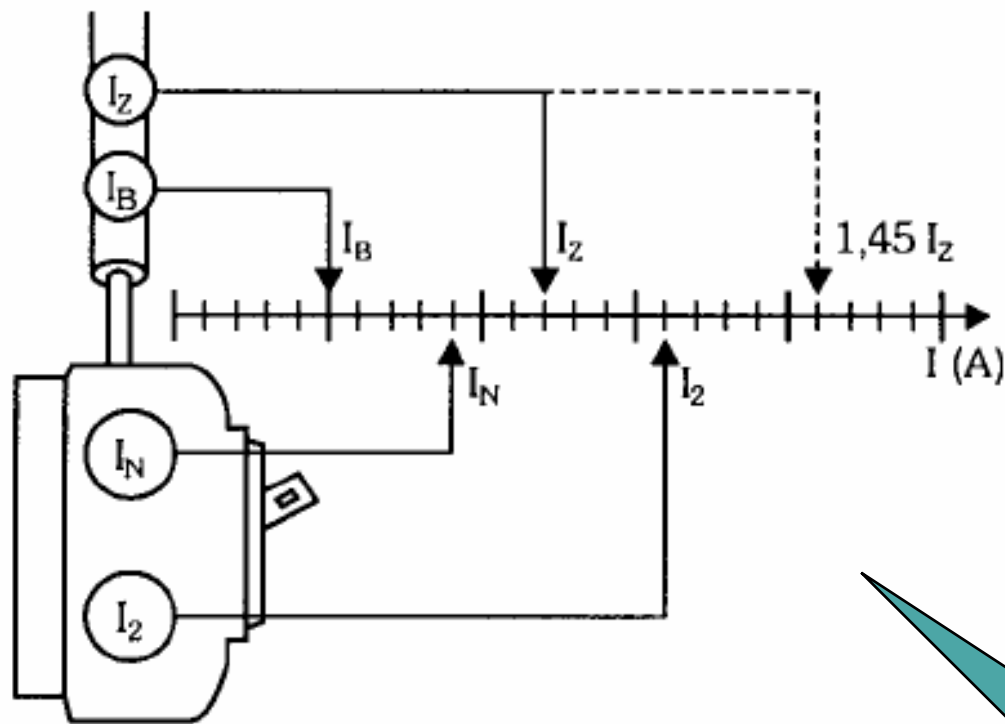
$$b) I_2 \leq 1,45 I_Z$$

Onde:

- $I_P$  é a corrente de projeto do circuito (a norma trata como  $I_B$ )
- $I_Z$  é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação ( tabelas 36 a 39 da NBR 5410:2004)
- $I_N$  é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação (equivale a corrente do disjuntor ou do fusível)
- $I_2$  é a corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis

# Proteção Contra Sobrecorrentes

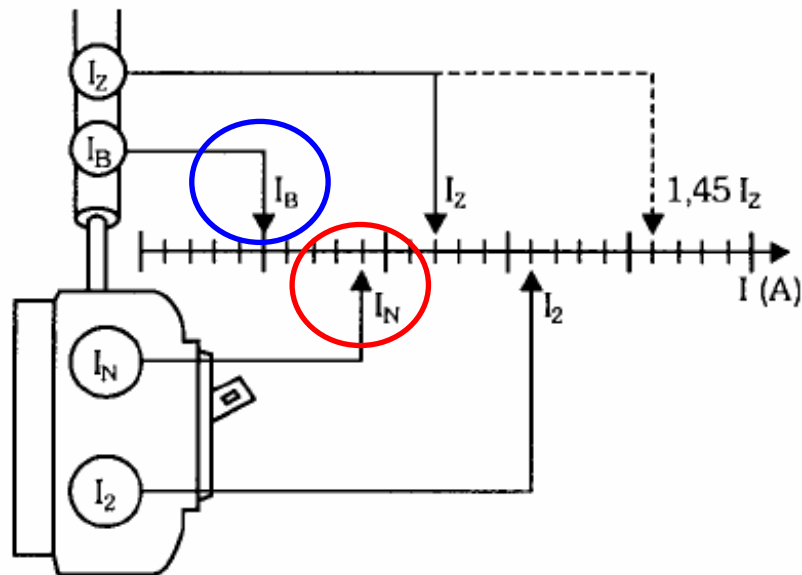
- Condições de atuação contra sobrecarga



Escala de corrente

# Proteção Contra Sobrecorrentes

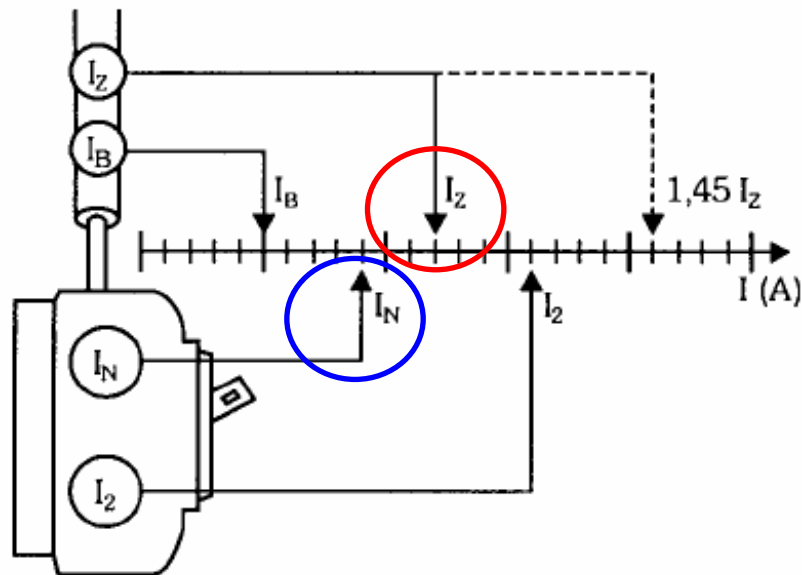
- As correntes características do conjunto “condutores-dispositivos” de proteção devem atender às seguintes condições:
1. A corrente nominal do dispositivo de proteção,  $I_N$ , não deve ser inferior à corrente de projeto do circuito,  $I_B$ , assim evita-se a atuação do dispositivo quando o circuito funciona normalmente





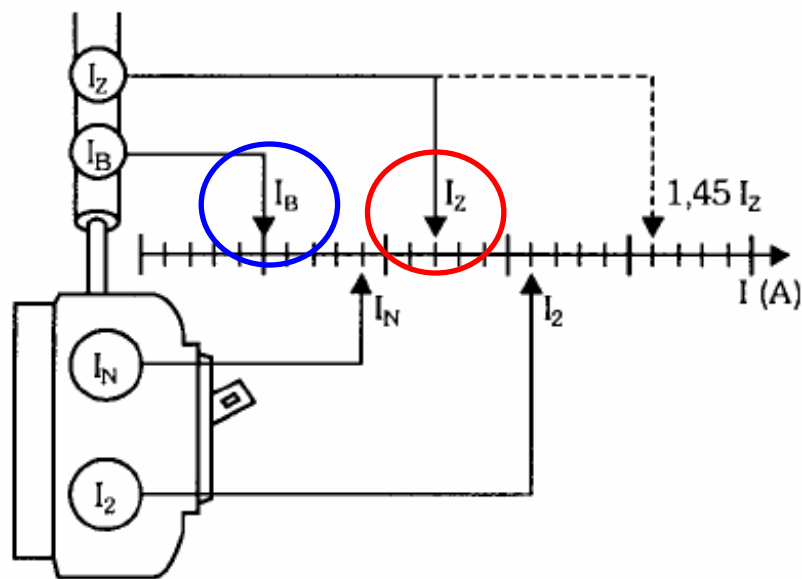
# Proteção Contra Sobrecorrentes

- As correntes características do conjunto “condutores-dispositivos” de proteção devem atender às seguintes condições:
2. A corrente nominal do dispositivo de proteção,  $I_N$ , não deve ser superior à capacidade de condução de corrente,  $I_Z$ , dos condutores, assim o disjuntor deve ficar “sobrecarregado” quando ocorrer uma sobrecarga o circuito



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- As correntes características do conjunto “condutores-dispositivos” de proteção devem atender às seguintes condições:
3. A corrente de projeto do circuito,  $I_B$ , não deve ser superior à capacidade de condução de corrente dos condutores,  $I_Z$



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- ❑ As correntes características do conjunto “condutores-dispositivos” de proteção devem atender às seguintes condições:
- ❑ Quando o circuito é sobrecarregado de 45%, isto é, quando a corrente é igual a 1,45 vezes a capacidade de condução de corrente  $I_Z$ , o dispositivo de proteção deve atuar em uma hora (ou em duas horas, para os dispositivos maiores)
- ❑ Essa condição é imposta pela norma para garantir a atuação do dispositivo e evitar o aquecimento prejudicial dos condutores
- ❑ Observa-se que para sobrecorrentes inferiores à indicada, o disjuntor também deve atuar, porém num tempo mais longo (fora das características de atuação)

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- A tabela 12.1 mostra os valores da corrente convencional de atuação ( $I_2$ )



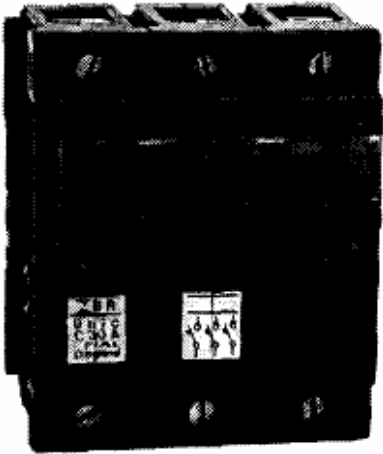
**Tabela 12.1 - Correntes convencionais de atuação, de não atuação e tempos convencionais para disjuntores termomagnéticos.**

Tipo de Disparador Térmico	Corrente Nominal ou de Ajuste $I_n$ (A)	Corrente Convencional de Não Atuação	Corrente Convencional de Atuação	Tempo Convencional (h)	Temperatura Ambiente de Referência
<b>De acordo com a IEC 947</b>					
<b>Não compensado</b>	$I_n \leq 63$	1,05	1,35	1	20°C ou 40°C salvo indicação em contrário
	$I_n > 63$	1,05	1,25	2	
<b>Compensado</b>	$I_n \leq 63$	1,05	1,30	1	+20°C
		1,05	1,40	1	-5°C
		1,00	1,30	1	+40°C
	$I_n > 63$	1,05	1,25	2	+20°C
		1,05	1,35	2	-5°C
		1,00	1,25	2	+40°C
<b>De acordo com a NBR 5361</b>					
	$I_n \leq 50$	1,05	1,35	1	25°C
	$I_n > 50$	1,05	1,35	2	

# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Tabelas de capacidade de condução dos disjuntores termomagnéticos

Tabela 12.2 - Disjuntores termomagnéticos UNIC. Cortesia: Pial-Legrand/Bticino.

Modelo	Corrente Nominal (A)	Modelo	Corrente Nominal (A)	Modelo	Corrente Nominal (A)
Unipolar		Bipolar		Tripolar	
	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70		10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100

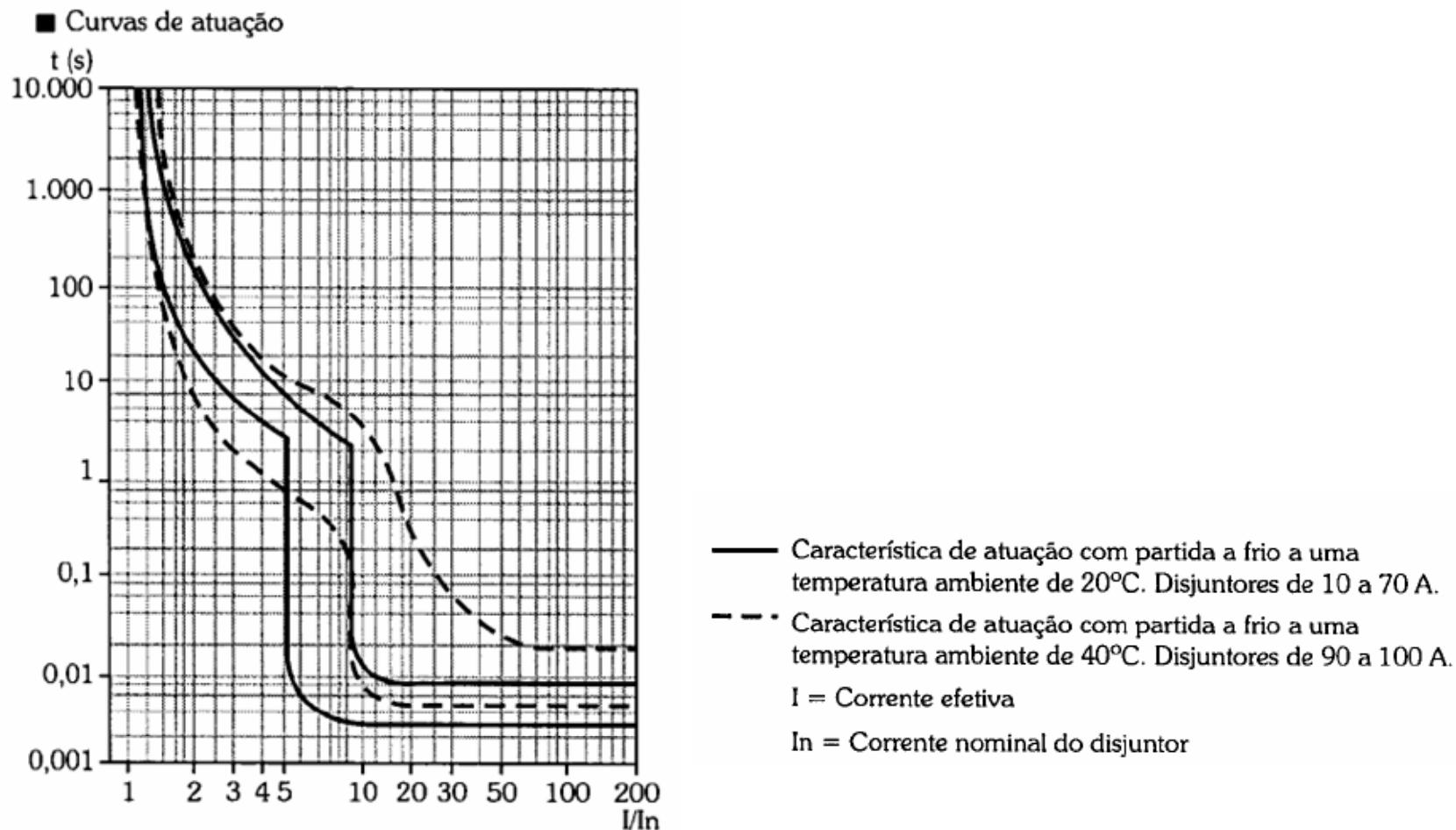
# Proteção Contra Sobrecorrentes

## □ Características elétricas dos disjuntores

Norma de referência		NBR 5361:1998		
Frequência		50/60 Hz		
Correntes nominais (A)	Unipolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
	Bipolares/Tripolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
Limiar de atuação magnética	10 a 70 A	5 a 20 In (Curva C)		
	90 a 100 A	10 a 20 In (Curva D)		
Número de pólos		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento (V~)	127 V~	5,0	-	-
	220 V~	3,0	5,0	5,0
	380 V~	-	3,0	3,0

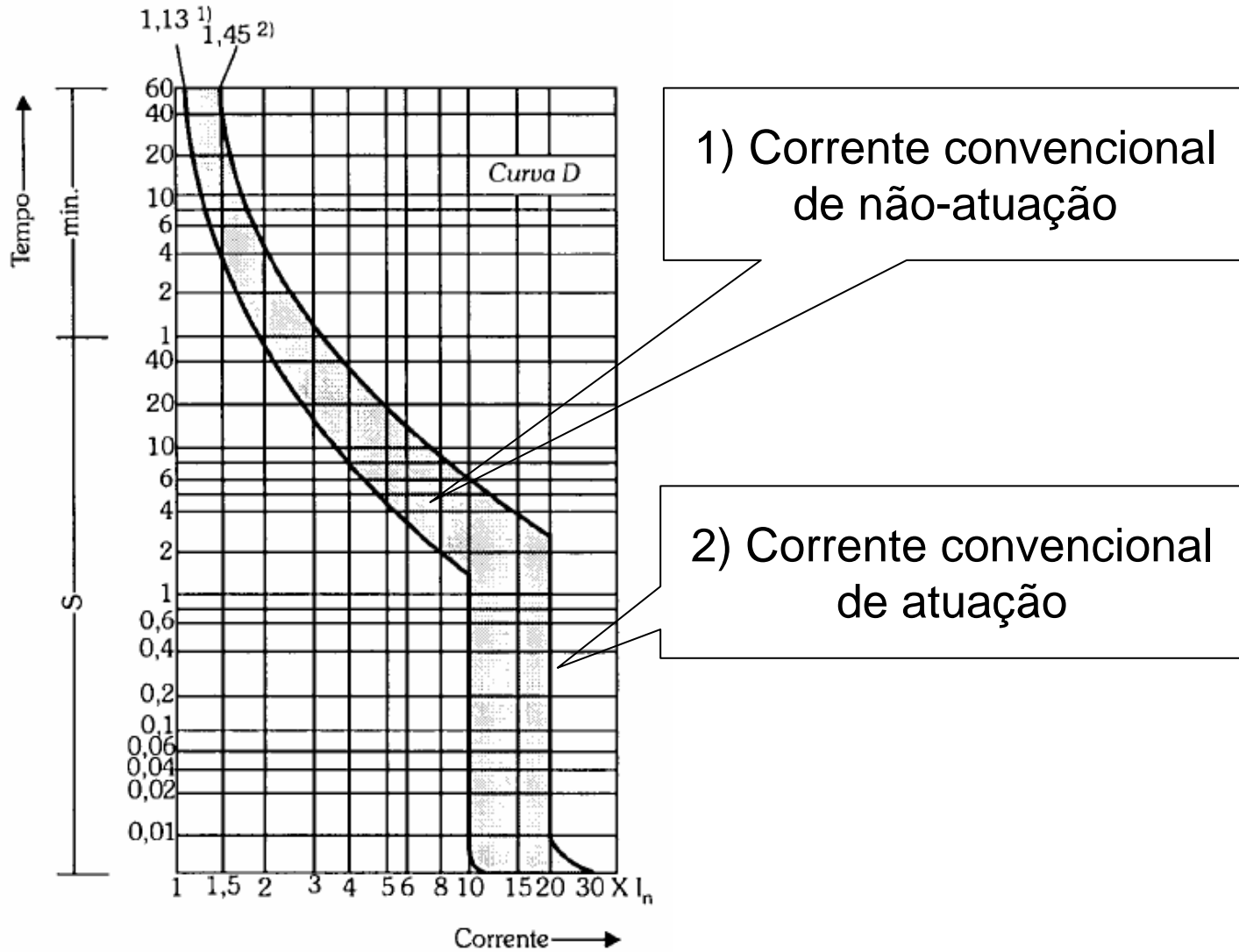
# Proteção Contra Sobrecorrentes

## □ Curvas de atuação de disjuntores



# Proteção Contra Sobrecorrentes

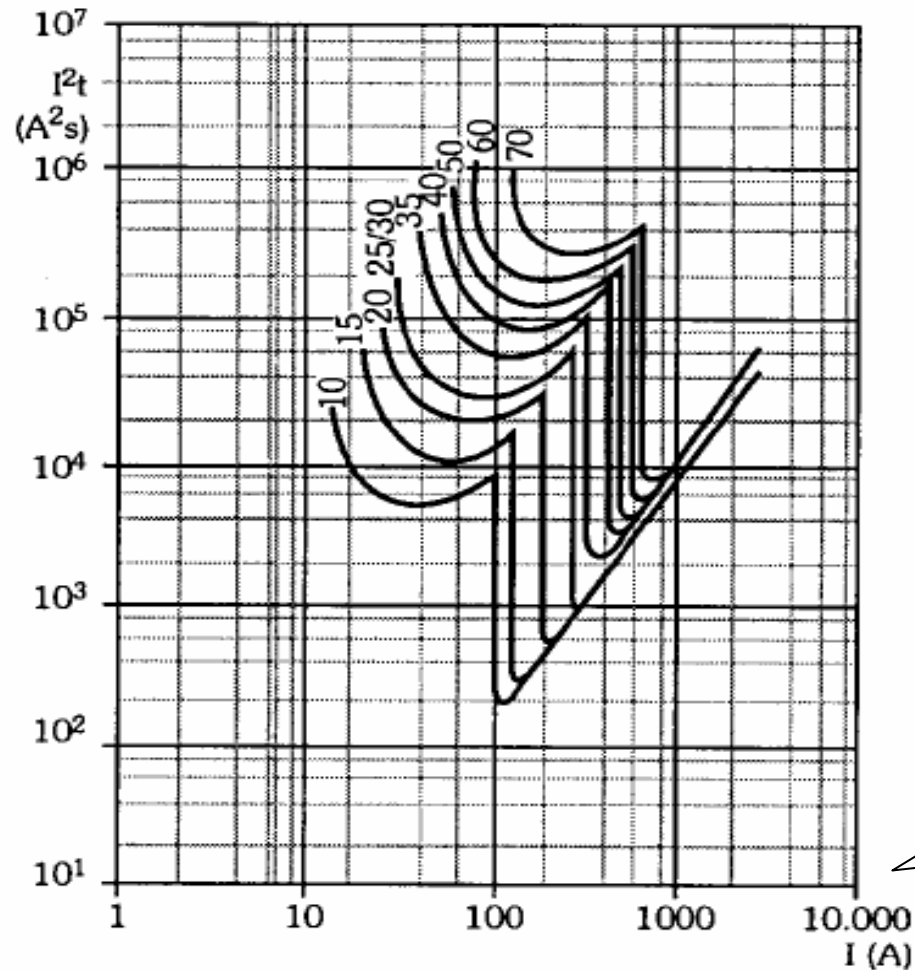
## □ Curvas de atuação de disjuntores





# Proteção Contra Sobrecorrentes

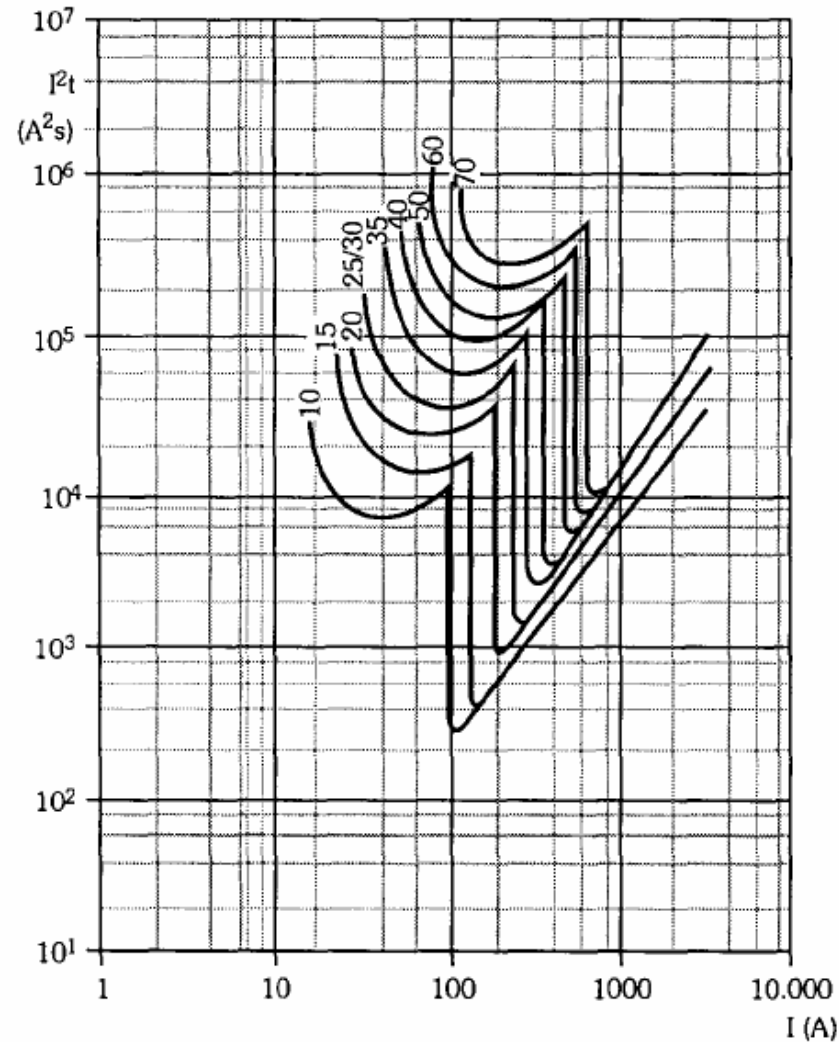
- Curvas de atuação de disjuntores unipolares



Esca  
logarítmica

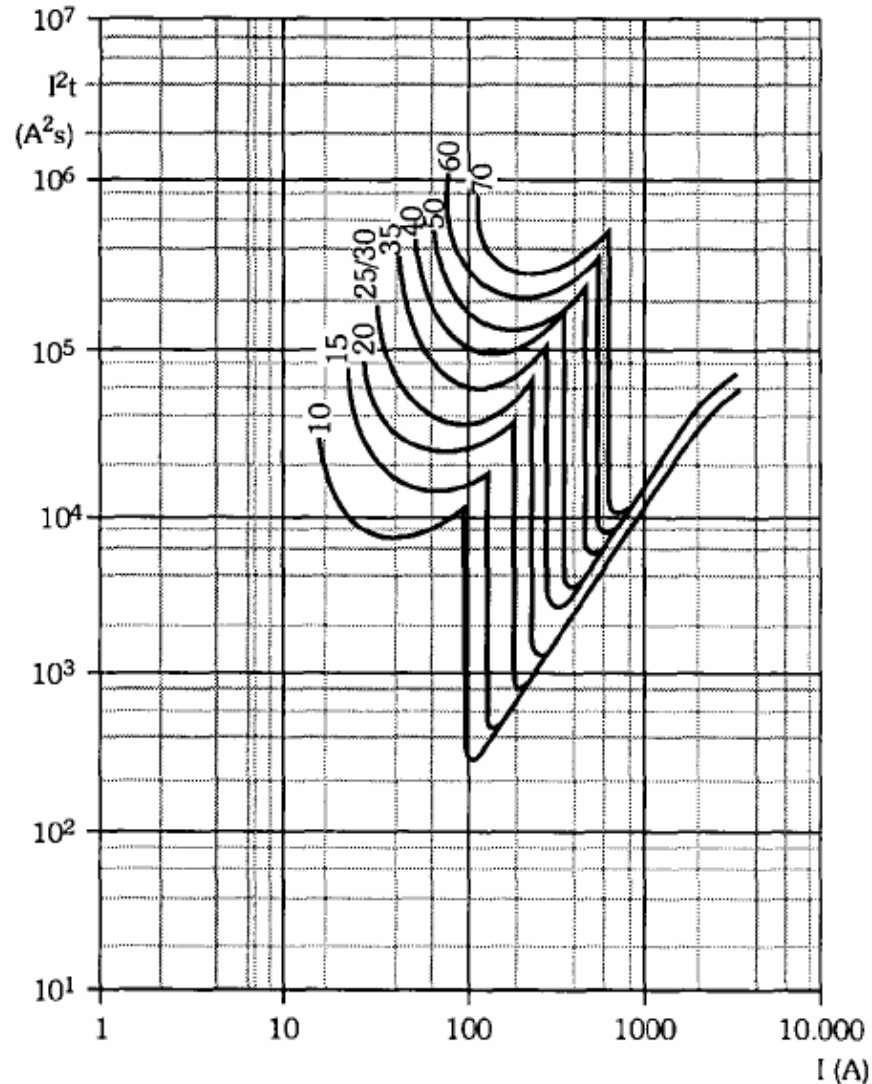
# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Curvas de atuação de disjuntores bipolares



# Proteção Contra Sobrecorrentes

- Curvas de atuação de disjuntores tripolares

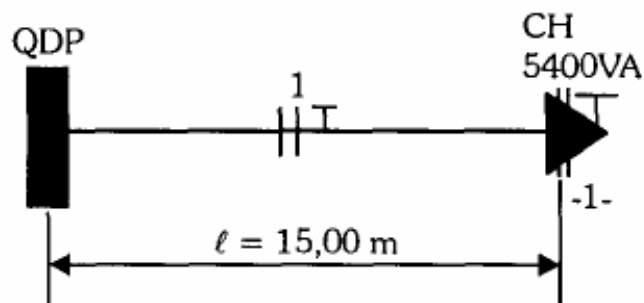


# Exemplos de Dimensionamento de Disjuntores

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Exemplo 1

- Dimensionar os condutores e o disjuntor para proteção de um circuito de chuveiro com as seguintes características:  $S=5400\text{VA}$ ,  $V=220\text{V}$ , com dois condutores carregados, sendo utilizados condutores isolados de cobre, com isolação de PVC, instalados em eletroduto de PVC, embutido em alvenaria, sendo  $30^\circ\text{C}$  a temperatura ambiente e o comprimento desde o QD ao ponto é  $15\text{m}$



# Exemplos de Dimensionamento

- ❑ **Solução:** cálculo da corrente de projeto pelo critério da corrente máxima
- ❑ **Equações:** corrente e potência:

$$I_p = \frac{S}{V} \qquad S = \frac{P}{FP} = \frac{P}{\cos \theta}$$

- ❑ Onde:
  - ❑  $I_p$  é a corrente de projeto, em ampère (A)
  - ❑  $S$  é a potência aparente, em volt-ampère (VA)
  - ❑  $V$  é a tensão elétrica, em volt (V)
  - ❑  $P$  é a potência ativa, em watt (W)
  - ❑  $FP$  é o fator de potência

# Exemplos de Dimensionamento

- Obtendo a potência:

$$S = \frac{5400}{1} = 5400 VA$$

- Obtendo a corrente:

$$I_p = \frac{5400}{220} = 24,5 A$$

- Número de condutores carregados: 2 (2 fases)
- Escolha do condutor: consultado a tabela 36, coluna 6 (B1) obtém-se o valor de corrente imediatamente superior a  $I_p$  (32)

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	7	7	7	7		8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9		10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10		12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13		15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5		21	23	20	27	24	29	24
4	27	25	26	24		32	35	30	39	36	43	34
6	34	31	32	29		41	45	38	49	45	54	42
10	46	42	43	39		57	62	52	66	61	74	58
16	61	56	57	52		76	82	68	86	80	97	76
25	80	73	75	68		101	109	90	112	106	128	103
35	99	89	92	83		125	134	111	138	131	158	125
50	119	108	110	99		151	161	133	168	160	194	153
70	151	136	139	125		192	203	168	213	204	249	198
95	182	164	167	150		232	244	201	258	248	304	243
120	210	188	192	172		269	282	232	299	289	354	283
150	240	216	219	196		309	323	265	344	334	409	328
185	273	245	248	223		353	368	300	392	382	469	373
240	321	286	291	261		415	431	351	461	451	554	443
300	367	328	334	298		477	494	401	530	520	634	513
400	438	390	398	355		571	589	477	634	624	757	613
500	502	447	456	406		656	675	545	729	719	864	703
630	578	514	526	467		758	778	626	843	833	994	803
800	669	593	609	540		881	902	723	978	968	1164	943
1 000	767	679	698	618		1 012	1 033	827	1 125	1 115	1 344	1 093



# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33													
	A1		A2		B1		B2		C		D			
	Número de condutores carregados													
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)		
	Cobre													
0,5	7	7	7	7		8	9	8	10	9	12	10		
0,75	9	9	9	9		10	11	10	13	11	15	12		
1	11	10	11	10		12	13	12	15	14	18	15		
1,5	14,5	13,5	14	13		15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18		
2,5	19,5	18	18,5	17,5		21	23	20	27	24	29	24		
4						32	28	30	27	36	32	38	31	
6	34	31	32	29		41	36	38	34	46	41	47	39	
10	46	42	43	39		57	50	52	46	63	57	63	52	
16	61	56	57	52		76	68	69	62	85	76	81	67	
25	80	73	75	68		101	89	90	80	112	96	104	86	
35													103	
50													122	
70													151	
95													179	
120													203	
150													230	
185													258	
240													297	
300													408	336
400	438	390	398	355		571	510	477	425	634	557	478	394	
500	502	447	456	406		656	587	545	486	729	642	540	445	
630	578	514	526	467		758	678	626	559	843	743	614	506	
800	669	593	609	540		881	788	723	645	978	865	700	577	
1 000	767	679	698	618		1 012	906	827	738	1 125	996	792	652	

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 4 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

- **Solução:** cálculo da corrente de projeto pelo critério do limite de queda de tensão:
  - a) Material do eletroduto: PVC
  - b) Tipo do circuito: monofásico (fase-fase)
  - c) Fator de potência,  $FP = 1$ . Considera-se conforme a Tabela 10.22 – circuito monofásico,  $FP = 0,95$  - coluna 5)
  - d) Comprimento do trecho: 15m
  - e) Queda de tensão unitária:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%).V}{I_p \cdot L} = \frac{0,04 \times 220}{24,5 \times 0,015} = 23,9 \text{ V/A} \times \text{Km}$$

- f) Escolha do condutor: consultando a tabela 10.22, coluna 5, obtém-se o valor 16,9 V/AxKm (valor imediatamente inferior ao calculado)

# Exemplos de Dimensionamento






Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																					
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																					
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)														C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar					
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico									
			S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		(2)		(2)							
	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95		
1,5	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	23,6	27,8	23,7	27,8	23,4	27,6	20,5	24,0	20,5	24,1	20,3	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9	
2,5			16,9	12,4	14,7	14,6	17,1	14,7	17,1	14,4	17,0	12,7	14,8	12,7	14,8	12,5	14,7	12,4	14,7	14,3	16,9	12,4	14,7	
4		10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43	
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35	
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30	
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25	
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20	
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18	
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-	
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-	
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-	
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-	
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-	
1	2	3	4																		23	24	25	

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																			
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene															C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar		
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Monofásico			Circuito Trifásico						Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico						
																								
					S=10 cm	S=20 cm	S=2D	S=10 cm	S=20 cm	S=2D	S=10 cm	S=20 cm	S=2D	S=10 cm	S=20 cm	S=2D	S=10 cm	S=20 cm	S=2D	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	
1,5	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95
2,5	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	23,6	27,8	23,7	27,8	23,4	27,6	20,5	24,0	20,5	24,1	20,3	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9	23,9
4	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1	9,1
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43	
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35	
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30	
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25	
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20	
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18	
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-	
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-	
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-	
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-	
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-	
1	2	3	4																		23	24	25	

Pelo critério da capacidade de corrente os condutores fase, fase e proteção deveriam ter seção nominal igual a 4 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																					
	Cabo Sinentax, Voltanax e Voltalene				Cabo Unipolares (4)												C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar							
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Circuito Monofásico						Circuito Trifásico						Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico					
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		(2)		(2)					
							FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95		
1,5	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	16,9	20,2	12,4	14,7
4	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	10,6	12,4	7,9	9,2
6	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	7,0	8,3	5,5	6,1
10	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	4,2	5,0	3,1	3,7
16	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	2,7	3,3	2,0	2,3
25	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	1,7	2,1	1,3	1,4
35	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	1,1	1,4	0,9	1,0
50	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,7	0,9	0,5	0,6
70	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,5	0,7	0,4	0,5
95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,4	0,6	0,3	0,4
120	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,3	0,5	0,2	0,3
150	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,4	0,2	0,3
185	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
240	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
300	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
400	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
500	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
630	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
800	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
1000	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,80	0,95	0,2	0,3	0,2	0,3
1	2																									

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 4 mm<sup>2</sup> (maior seção nominal entre os dois critérios)

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Escolha do Disjuntor

- Para realizar a escolha do disjuntor deve-se levar em consideração dois fatores:
  - a) se o quadro de distribuição (QD) é ventilado e a corrente que circula pelos disjuntores não interfere na temperatura interna do quadro
  - b) se o quadro de distribuição é totalmente vedado e a circulação de corrente interfere na temperatura interna do quadro e dos disjuntores



# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição ventilado, obter:

- $I_p$  – corrente de projeto
- $I_c$  – Tabela 36 - Coluna 6
- FCA - Tabela 42 – 1 circuito em eletroduto embutido em alvenaria
- FCT - Tabela 40 – temperatura ambiente 30°C do condutor
- $I_z$  – capacidade de condução de corrente dos condutores:

$$I_z = I_c \times FCT \times FCA$$

$$I_z = 32 \times 1 \times 1$$

$$I_z = 32$$

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	7	7	7	7		8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9		10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10		12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13		15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5		21	23	20	27	24	29	24
4	27	25	26	24		32	35	30	39	36	44	36
6	34	31	32	29		41	45	38	49	45	56	46
10	46	42	43	39		57	62	52	66	61	76	61
16	61	56	57	52		76	82	69	87	81	100	81
25	80	73	75	68		101	109	90	114	107	133	107
35	99	89	92	83		125	135	111	141	133	164	133
50	119	108	110	99		151	163	133	170	161	200	161
70	151	136	139	125		192	207	168	217	207	256	207
95	182	164	167	150		232	250	201	260	249	307	249
120	210	188	192	172		269	291	232	299	287	357	287
150	240	216	219	196		309	335	265	344	331	407	331
185	273	245	248	223		353	384	300	392	378	467	378
240	321	286	291	261		415	451	351	461	446	557	446
300	367	328	334	298		477	518	401	530	514	637	514
400	438	390	398	355		571	621	477	634	617	767	617
500	502	447	456	406		656	713	545	729	711	887	711
630	578	514	526	467		758	823	626	843	825	1017	825
800	669	593	609	540		881	955	723	978	959	1187	959
1 000	767	679	698	618		1 012	1 096	827	1 125	1 106	1 367	1 106



# Exemplos de Dimensionamento

## □ Norma NBR 5410 (Tabela 42)

**Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única**

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Tabela 40 da NBR 5410

**Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas**

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	—	0,65
70	—	0,58
75	—	0,50

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição ventilado, obter:

□  $I_n$  – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$24,5A \leq I_n \leq 32A$$

$$24,5 \leq 25A \leq 32A$$

Disjuntor bipolar de 25A satisfaz a inequação anterior

# Exemplos de Dimensionamento

- Características elétricas dos disjuntores

Norma de referência		NBR 5361:1998											
Frequência		50/60 Hz											
Correntes nominais (A)	Unipolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
	Bipolares/Tripolares	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	90	100
Limiar de atuação magnética	10 a 70 A	5 a 20 In (Curva C)											
	90 a 100 A	10 a 20 In (Curva D)											
Número de pólos		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>									
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento (V~)	127 V~	5,0	-	-									
	220 V~	3,0	5,0	5,0									
	380 V~	-	3,0	3,0									

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

### b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação:

Para este caso considera-se, além da temperatura ambiente, o acréscimo de  $10^{\circ}\text{C}$  na temperatura devido à circulação de corrente nos disjuntores

- Por falta de FCT (Fator de Correção de Temperatura) para disjuntores, utiliza-se a Tabela 10.14 na coluna ambiente
- Alguns fabricantes fornecem os valores corrigidos, mas não tabelas de correção

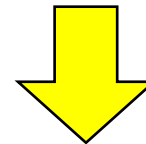
# Exemplos de Dimensionamento

## ❑ Procedimento

### b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação:

- ❑ Para o cálculo considerar a temperatura ambiente de 30°C mais 10°C referentes à temperatura interna do quadro: 40°C
- ❑ FCT – Tabela 40 – 40°C – temperatura do disjuntor: 0,87
- ❑  $I_n$  – Tabela 12.3 – valor imediatamente superior ao calculado: 25 A
- ❑ Correção da corrente do disjuntor (temperatura):

$$I_{disjuntor} = \frac{I_n}{FCT} = \frac{25}{0,87} = 28,74 \text{ A}$$



Novo  $I_n$   
Disjuntor de 30 A

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Tabela 40 da NBR 5410

**Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas**

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	—	0,65
70	—	0,58
75	—	0,50

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Características elétricas dos disjuntores

**Tabela 12.3 - Características elétricas dos disjuntores**

Norma de referência		NBR 5361:1998		
Frequência		50/60 Hz		
Correntes nominais (A)	Unipolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
	Bipolares/Tripolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
Limiar de atuação magnética	10 a 70 A	5 a 20 In (Curva C)		
	90 a 100 A	10 a 20 In (Curva D)		
Número de pólos		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento(V~)	127 V~	5,0	-	-
	220 V~	3,0	5,0	5,0
	380 V~	-	3,0	3,0



# Exemplos de Dimensionamento

□ Procedimento

b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação

□  $I_n$  – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$24,5A \leq I_n \leq 32A$$

$$24,5 \leq 30A \leq 32A$$

Disjuntor bipolar de 30A satisfaz a inequação anterior e o condutor permanece o mesmo, 4mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

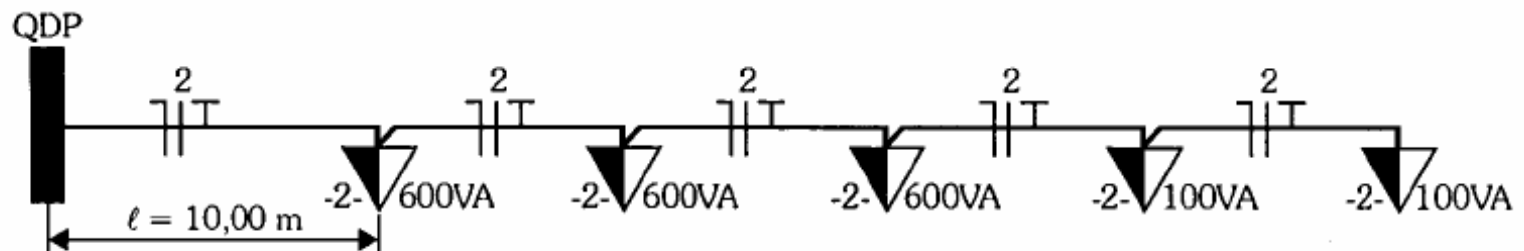
- Observando: caso fosse utilizado o condutor de 2,5mm<sup>2</sup>, calculado a partir do critério de corrente, a equação de proteção não seria satisfeita, logo o condutor também não seria o mais adequado

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$24,5 \leq 30A \leq 24A (!)$$

# Exemplos de Dimensionamento

- **Exemplo 2:** dimensionar os condutores e o disjuntor para proteção de um circuito de tomadas da cozinha, tendo como dados:  $S=2000 \text{ VA}$ ,  $V=127 \text{ V}$ , isolação de PVC, eletroduto embutido em alvenaria; temperatura ambiente:  $30^\circ\text{C}$ ; comprimento do circuito:  $10 \text{ m}$



# Exemplos de Dimensionamento

- Verificando a potência:

$$S = 600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2000 \text{ VA}$$

- Obtendo a corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2000}{127} = 15,7 \text{ A}$$

- Número de condutores carregados: 2 (fase e neutro)

# Exemplos de Dimensionamento

- ❑ **Solução:** cálculo da corrente de projeto pelo critério da corrente máxima
- ❑ Corrente de projeto:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2000}{127} = 15,7 A$$

- ❑ Consultando a tabela, coluna 6, encontra-se o valor de 17,5A (imediatamente superior a 15,7A) e seção do condutor igual a 1,5 mm<sup>2</sup>
- ❑ Contudo, como é um circuito de tomada de corrente, a seção dos condutores é de 24 A – 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33												
	A1		A2		B1		B2		C		D		
	Número de condutores carregados												
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
	Cobre												
0,5	7	7	7	7	7	8	9	8	10	9	12	10	
0,75	9	9	9	9	9	10	11	10	13	11	15	12	
1	11	10	11	10	10	12	13	12	15	14	18	15	
1,5	11	10	11	10	10	12	13	12	15	14	18	15	
2,5	19,5	18	18,5	17,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33												
	A1		A2		B1		B2		C		D		
	Número de condutores carregados												
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
	Cobre												
0,5	7	7	7	7	7	8	9	8	10	9	12	10	
0,75	9	9	9	9	9	10	11	10	13	11	15	12	
1	11	10	11	10	10	12	13	12	15	14	18	15	
1,5	14,5	13,5	14	13	13	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18	
2,5	18	17	18	17	17	21	23	20	27	24	29	24	
4	26	24	25	23	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	100	91	93	84	84	130	116	117	104	141	122	131	106
50	140	128	130	118	118	180	162	163	146	192	168	178	144
70	190	175	177	162	162	250	228	229	206	264	234	245	196
95	250	231	233	214	214	330	302	303	270	342	306	318	256
120	320	297	300	276	276	420	384	385	344	432	384	396	312
150	400	371	374	344	344	530	482	483	430	540	480	492	390
185	490	456	459	418	418	670	612	613	550	690	624	636	496
240	630	584	587	536	536	860	782	783	700	870	792	804	624
300	790	731	734	672	672	1070	972	973	880	1090	984	1000	780
400	1040	964	967	896	896	1420	1292	1293	1180	1450	1320	1336	1040
500	1300	1207	1210	1128	1128	1800	1652	1653	1500	1860	1704	1716	1360
630	1620	1504	1507	1408	1408	2250	2072	2073	1880	2320	2136	2148	1700
800	2080	1945	1948	1824	1824	2880	2662	2663	2420	2940	2712	2724	2160
1 000	2700	2536	2539	2384	2384	3700	3432	3433	3120	3810	3552	3564	2800

Pelo Norma os condutores devem ter seção nominal de no mínimo 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

- **Solução:** pelo critério do limite de queda de tensão:
  - a) Material do eletroduto: PVC
  - b) Tipo do circuito: monofásico (fase-neutro)
  - c) Fator de potência,  $FP = 1$ . Considera-se conforme a Tabela 10.22 – circuito monofásico,  $FP = 0,95$  - coluna 5)
  - d) Comprimento do trecho: 10m
  - e) Queda de tensão unitária:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%).V}{I_p \cdot L} = \frac{0,04 \times 127}{15,7 \times 0,010} = 32,36 \text{ V/A} \times \text{Km}$$

- f) Escolha do condutor: consultando a tabela 10.22, coluna 5, obtém-se o valor 27,6 V/AxKm (valor imediatamente inferior ao calculado)



# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																					
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																					
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)														C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar					
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico									
			S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		(2)		(2)							
1,5	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	
2,5	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7	14,6	17,1	14,7	17,1	14,4	17,0	12,7	14,8	12,7	14,8	12,5	14,7	12,4	14,7	14,3	16,9	12,4	14,7	
4	9,8	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43	
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35	
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30	
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25	
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20	
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18	
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-	
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-	
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-	
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-	
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-	
1	2	3	4																		23	24	25	

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 1,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																						
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene															C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar					
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Monofásico			Circuito Trifásico						Circuito Trifásico			Circuito Monofásico		Circuito Trifásico								
					S=10 cm			S=20 cm			S=2D			S=10 cm			S=20 cm			S=2D			(2)		(2)		
	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	
1,5	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7	14,6	17,1	14,7	17,1	14,4	17,0	12,7	14,8	12,7	14,8	12,5	14,7	12,4	14,7	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9		
2,5	9,8	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,2	9,0	10,6		
4	5,87	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1	6,0	7,1		
6	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7	3,6		
10	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3	2,3		
16	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48	1,50		
25	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08	1,12		
35	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81	0,85		
50	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58	0,62		
70	0,50	0,51	0,48																			0,50	0,42	0,43			
95	0,42	0,42	0,40																			0,41	0,35	0,35			
120	0,37	0,35	0,35																			0,34	0,30	0,30			
150	0,32	0,30	0,30																			0,29	0,26	0,25			
185	0,29	0,25	0,26																			0,24	0,22	0,20			
240	0,27	0,22	0,23																			0,20	0,20	0,18			
300	0,24	0,20	0,21																			-	-	-			
400	0,23	0,19	0,19																			-	-	-			
500	0,22	0,17	0,18																			-	-	-			
630	0,21	0,16	0,17																			-	-	-			
800	0,21	0,16	0,16																			-	-	-			
1000	0,21	0,16	0,16																			-	-	-			
1	2	3	4																			23	24	25			

Contudo a norma NBR 5410 define como seção mínima para circuitos de corrente um valor igual a 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																									
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																									
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)														C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar									
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico													
			Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico															
				S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D				FP=0,80		FP=0,95		FP=0,80		FP=0,95				
1,5	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95		
2,5	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	23,6	27,8	23,7	27,8	23,4	27,6	20,5	24,0	20,5	24,1	20,3	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9	
4	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1	9,0	10,6	7,8	9,1	
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08	1,12	1,25	0,97	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43					
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35					
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30					
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25					
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20					
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18					
400	0,24	0,20	0,21																		-	-	-					
500	0,23	0,19	0,19																		-	-	-					
630	0,22	0,17	0,18																		-	-	-					
800	0,21	0,16	0,17																		-	-	-					
1000	0,21	0,16	0,16																		-	-	-					
1	2	3	4																		23	24	25					

Logo os condutores fase, neutro e proteção terão seção nominal igual a 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição **ventilado**, obter:

- $I_p$  – corrente de projeto
- $I_c$  – Tabela 36 - Coluna 6
- FCA - Tabela 42 – 1 circuito em eletroduto embutido em alvenaria
- FCT - Tabela 40 – temperatura ambiente 30°C do condutor
- $I_z$  – capacidade de condução de corrente dos condutores:

$$I_z = I_c \times FCT \times FCA$$

$$I_z = 24 \times 1 \times 1$$

$$I_z = 24$$

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

a) Disjuntor para quadro de distribuição **ventilado**, obter:

□  $I_n$  – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$15,7 A \leq I_n \leq 24 A$$

$$15,7 \leq 20 A \leq 24 A$$

Disjuntor bipolar de 20A satisfaz a inequação anterior

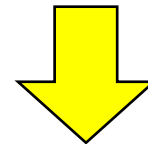
# Exemplos de Dimensionamento

## ❑ Procedimento

### b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação:

- ❑ Para o cálculo considerar a temperatura ambiente de  $30^{\circ}\text{C}+10^{\circ}\text{C}= 40^{\circ}\text{C}$
- ❑ FCT – Tabela 40 –  $40^{\circ}\text{C}$  – temperatura do disjuntor: 0,87
- ❑  $I_n$  – Tabela 12.3 – valor imediatamente superior ao calculado: 20 A
- ❑ Correção da corrente do disjuntor (temperatura):

$$I_{disjuntor} = \frac{I_n}{FCT} = \frac{20}{0,87} \cong 23 \text{ A}$$



Novo  $I_n$   
Disjuntor de 25 A

# Exemplos de Dimensionamento

## □ Procedimento

### b) Disjuntor para quadro de distribuição sem ventilação

- $I_n$  – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$15,7 A \leq I_n \leq 24 A$$

$$15,7 \leq 25 A \leq 24 A$$

**Disjuntor bipolar de 25A não satisfaz a equação, portanto deve-se adotar a seção do condutor imediatamente superior, ou seja, 32 A – 4mm<sup>2</sup> será a nova seção dos condutores neutro, fase e proteção**

# Exemplos de Dimensionamento

- Repetindo o procedimento
- $I_Z$  – capacidade de condução de corrente dos condutores:

$$I_Z = I_C \times FCT \times FCA$$

$$I_Z = 32 \times 1 \times 1$$

$$I_Z = 32$$

- $I_n$  – capacidade do disjuntor:

$$I_P \leq I_n \leq I_Z$$

$$15,7 A \leq I_n \leq 32 A$$

$$15,7 \leq 25 A \leq 32 A$$



# Exemplos de Dimensionamento

- Portanto, a seção dos condutores deve passar de 2,5 mm<sup>2</sup> para 4 mm<sup>2</sup> e o disjuntor escolhido será um disjuntor termomagnético unipolar de 25A.
- Seção dos condutores neutro, fase e proteção (PE) igual a 4mm<sup>2</sup>

# Dimensionamento de Fusíveis

# Dimensionamento de Fusíveis

## □ Fusíveis

- Dentre todos os dispositivos de proteção conhecidos, o fusível é o mais simples construtivamente, mas apesar disso, é importante observar que são elementos mais fracos (de seção reduzida), propositadamente intercalados no circuito, para interrompê-lo sob condições anormais



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Características elétricas
- ❑ Das grandezas elétricas, são as seguintes as mais importantes no dimensionamento de fusíveis:
  - ❑ **A corrente nominal:** deve ser aquela que o fusível comporta em funcionamento normal
  - ❑ **A corrente de curto-circuito:** é a máxima que pode circular no circuito sem provocar danos à instalação, e que deve ser desligada instantaneamente
  - ❑ **A tensão nominal:** dimensiona a isolação do fusível
  - ❑ **A resistência de contato:** depende do material e da pressão exercida. A resistência de contato entre a base e o fusível é a responsável por eventuais aquecimentos, devido a resistência oferecida na passagem de corrente

# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Instalação
- ❑ A instalação dos fusíveis deve processar-se sem perigo para o operador ou usuário
- ❑ A montagem deve ser feita em bases que evitem a substituição de um fusível por outro de grandeza inadequada

# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Tipos de Fusíveis
- ❑ Segundo a tensão de alimentação:
  - ❑ Baixa tensão
  - ❑ Alta tensão
- ❑ Segundo a característica de desligamento:
  - ❑ Efeito rápido
  - ❑ Efeito retardado



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Características de Desligamento
- ❑ **Fusíveis de efeito rápido:** destina-se a circuitos em que não ocorre variação considerável de corrente entre a fase da partida e a de regime normal de funcionamento
- ❑ Exemplo de uso: cargas resistivas, cargas que funcionam com semicondutores, etc.

# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Características de Desligamento
- ❑ **Efeito retardado:** destina-se a circuitos cuja corrente de partida é várias vezes superior à corrente nominal. O retardamento é obtido por um acréscimo de massa na parte central do elo, em que ele apresenta menor seção condutora
- ❑ Exemplo de uso: motores, etc.





# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Fusíveis de Baixa Tensão
- ❑ **Diazed:** são usados preferencialmente na proteção dos condutores de redes de energia elétrica e circuitos de comando.
- ❑ Podem ser do tipo rápido ou retardado



# Dimensionamento de Fusíveis

## □ Acessórios para fusíveis Diazed

- **Tampa:** a peça na qual o fusível é encaixado, permitindo colocar e retirá-lo da base, mesmo com a instalação sob tensão
- **Anel de proteção:** protege a rosca metálica da base aberta, isolando-a contra a chapa do painel e evita choques acidentais na troca dos fusíveis



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Acessórios para fusíveis Diazed
  - ❑ **Fusível:** a peça principal do conjunto, constituído de um corpo cerâmico, dentro do qual está montado o elo do fusível, e é preenchido com areia especial, de quartzo, que extingue o arco voltaico em caso de fusão
  - ❑ Para facilitar a identificação do fusível, existe um indicador que tem as cores correspondentes com as corrente nominais dos fusíveis
  - ❑ Esse indicador se desprende em caso de queima, sendo visível através da tampa



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Acessórios para fusíveis Diazed (Tipo D – NBR 11844)
  - ❑ Parafuso de ajuste: construído em diversos tamanhos, de acordo com a corrente dos fusíveis
  - ❑ Colocados nas bases, não permitem a montagem de fusíveis de corrente maior do que o previsto
  - ❑ A colocação dos parafusos de ajuste é feita com a chave 5SH3-700-B



# Dimensionamento de Fusíveis

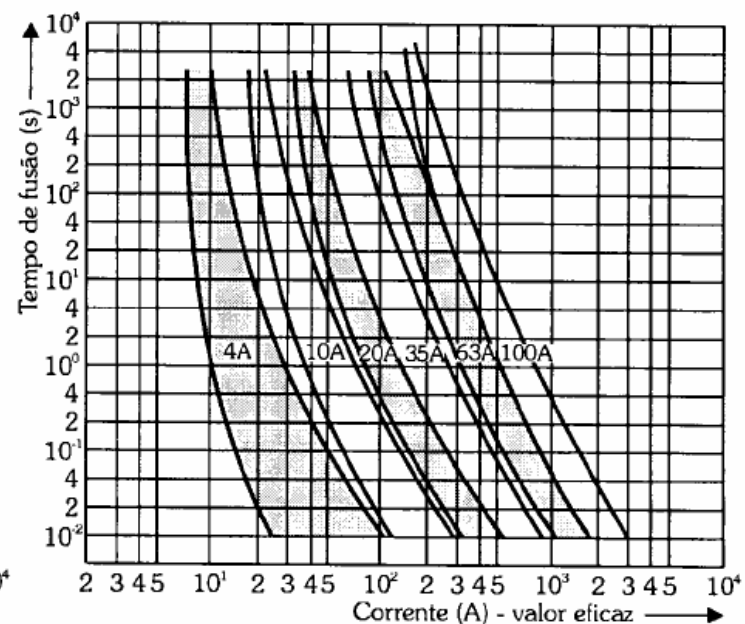
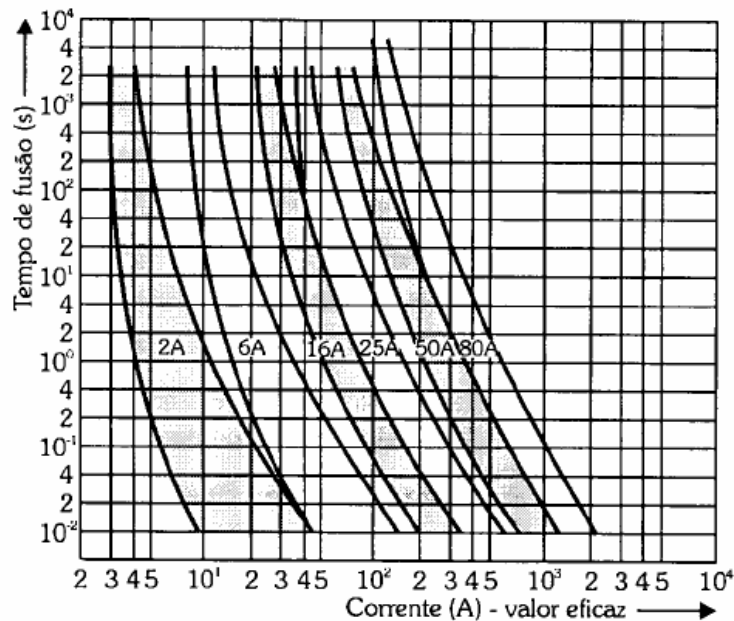
## □ Acessórios para fusíveis Diazed

- Base: a peça que reúne todos os componentes do conjunto
- Pode ser fornecida em duas execuções: normal, para fixar por parafusos, e com dispositivo de fixação rápida, sobre trilho de 35mm



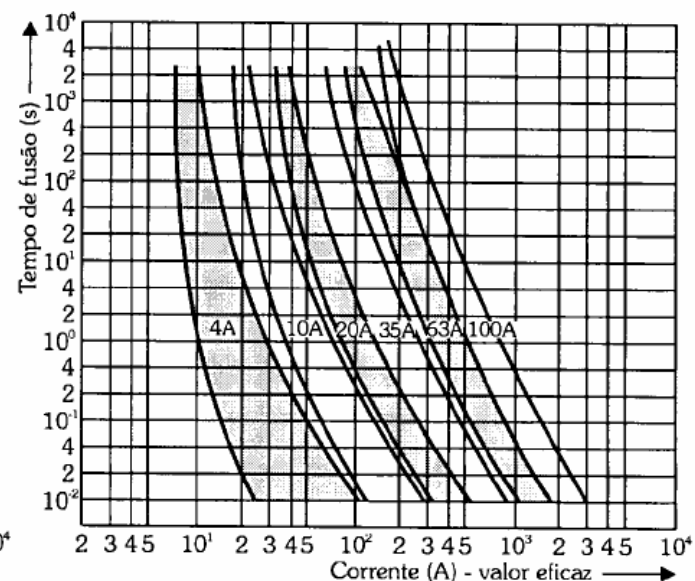
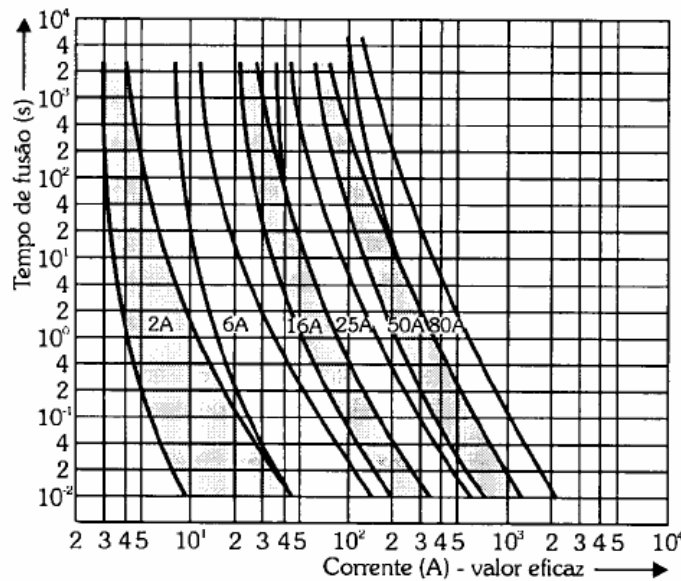
# Dimensionamento de Fusíveis

- Curva Característica Tempo-Corrente
- Em funcionamento, deve o fusível obedecer a uma característica, tempo de desligamento – corrente circulante perfeitamente conhecida



# Dimensionamento de Fusíveis

- Curva Característica Tempo-Corrente
- Observa-se que as duas grandezas em questão são inversamente proporcionais, o que aliás é uma condição necessária, porque quanto maior a corrente circulante, menor o tempo no qual o fusível terá de desligar ou queimar



# Dimensionamento de Fusíveis

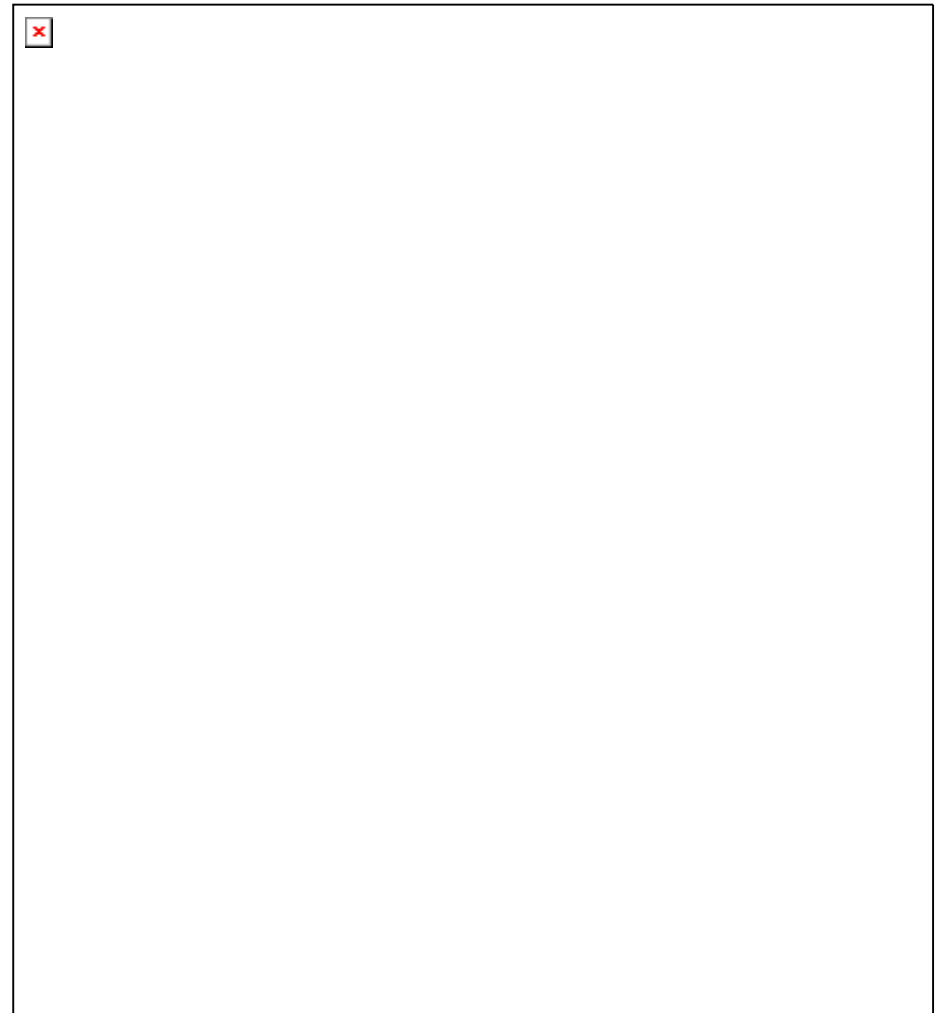
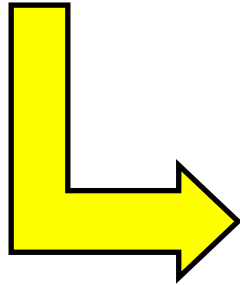
- ❑ Silezed/Sitor: esses fusíveis têm como característica serem ultra-rápidos da curva tempo/corrente
- ❑ São ideais para a proteção de aparelhos equipados com semicondutores (tiristores e diodos) em retificadores e conversores





# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Fusível Silezed/Sitor
- ❑ Curva característica



— Atuação a frio  
— Atuação a quente  
Tolerância  $\pm 5\%$  da corrente

# Dimensionamento de Fusíveis

- Neozed: fusíveis de menores dimensões e com característica retardo de atuação, utilizados para proteção de redes de energia elétrica e circuitos de comandos



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Fusível Minized
- ❑ Chave seccionadora e fusível



# Dimensionamento de Fusíveis

- Fusíveis NH
- Os fusíveis limitadores de corrente NH reúnem as características de fusível retardado para corrente de sobrecarga, de fusível rápido para correntes de sobrecarga e de fusível rápido para correntes de curto-circuito



# Dimensionamento de Fusíveis

- Fusíveis NH
- Os fusíveis NH também são próprios pra proteger os circuitos, que em serviço estão sujeitos às sobrecargas de curta duração, como, por exemplo, acontece na partida direta de motores trifásicos com rotor em gaiola



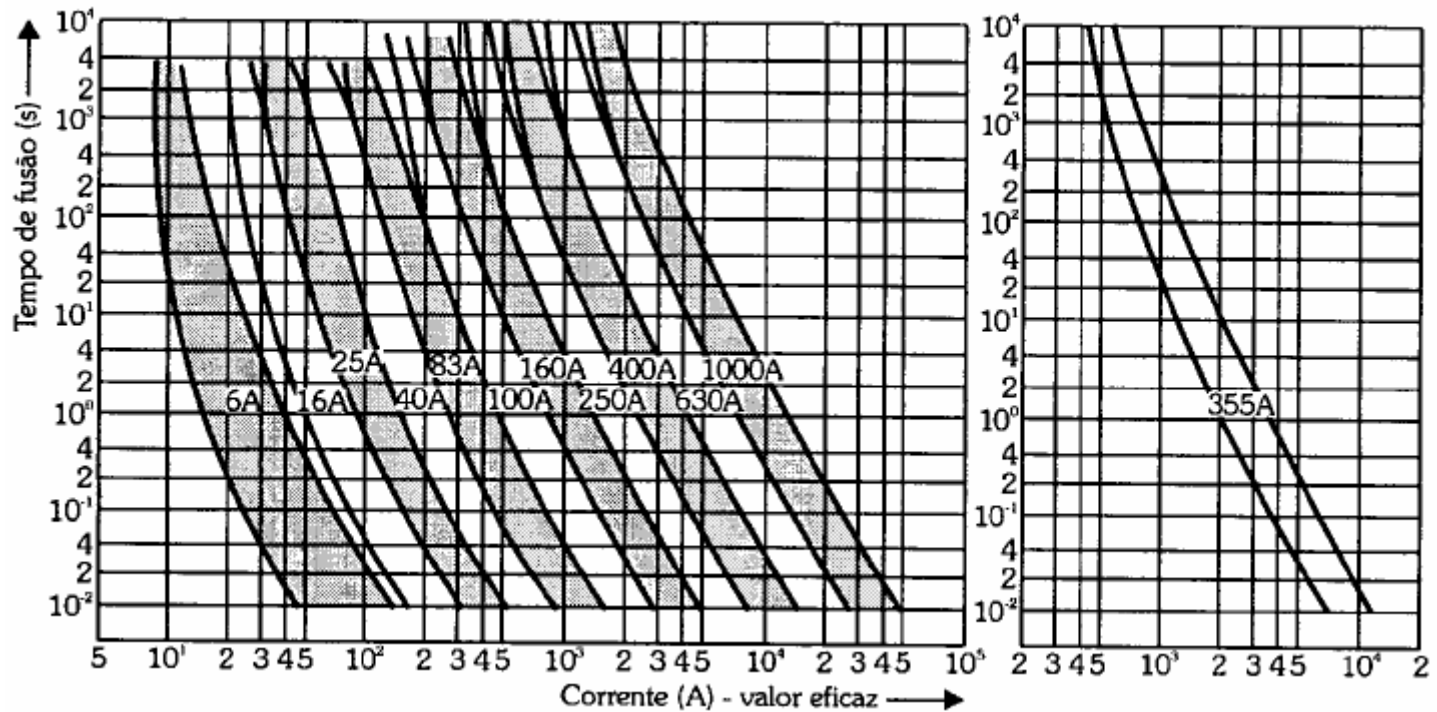
# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Fusíveis NH
- ❑ Os fusíveis NH têm os contatos (facas) prateados, o que proporciona perdas muito reduzidas no ponto de ligação e o corpo de esteatita (mineral, pedra sabão) para garantir a segurança total atende a uma série de requisitos de solicitações dos esforços mecânicos e térmicos que ocorrem durante as sobrecorrentes



# Dimensionamento de Fusíveis

- Fusíveis NH
- Curva característica tempo-corrente



# Dimensionamento de Fusíveis

- ❑ Acessórios para fusíveis NH
- ❑ Base: possuir contatos especiais prateados, que garantem contato perfeito e alta durabilidade. Uma vez retirado o fusível, a base constitui uma separação visível das fases, tornando-se dispensável, em muitos casos, a utilização de um seccionador adicional





# Dimensionamento de Fusíveis

- Acessórios para fusíveis NH
- Punho: destina-se à colocação ou retirada dos fusíveis NH de suas respectivas bases mesmo sob tensão



# Dimensionamento de Fusíveis

- Fusível do Tipo Rolha
- Este tipo de fusível é usado em circuitos de baixa voltagem e baixa corrente



# Dimensionamento de Fusíveis

- Fusível do Tipo Cartucho
- Utilizado para proteção de circuitos de baixa e média potência, como motores e circuitos de iluminação



# Proteção Contra Curto-Circuito

# Proteção Contra Curto-Circuito

- ❑ As correntes de curto-circuito presumidas devem ser determinadas em todos os pontos da instalação julgados necessários
- ❑ Essa determinação pode ser efetuada por cálculo ou por medição
- ❑ Em geral, nos sistemas trifásicos, a corrente de curto-circuito presumida ( $I_k$ ) é a que corresponde a um curto-circuito trifásico



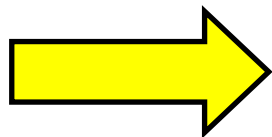
# Proteção Contra Curto-Circuito

- ❑ No caso de instalações alimentadas por rede pública de alta ou de baixa tensão, devem ser levados em consideração os dados obtidos da concessionária
- ❑ Devem ser providos dispositivos que assegurem proteção contra curtos-circuitos em todos os pontos onde uma mudança (por exemplo, redução de seção) resulte em alteração do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores



# Proteção Contra Curto-Circuito

- As exceções a essa regra são:
- O dispositivo destinado a prover proteção contra curto-circuitos não pode ser posicionado exatamente no ponto especificado, se a parte da linha compreendida entre a redução de seção ou outra mudança e a localização cogitada para o dispositivo atender a uma das duas condições seguintes:
  - a) ...
  - b) ...



# Proteção Contra Curto-Circuito

□ As exceções a essa regra são:

- a) Não exceder 3m de comprimento, for realizada de modo a reduzir ao mínimo o risco de um curto-circuito (por exemplo, com uma proteção reforçada contra influências externas) e não estiver situada nas proximidades de materiais combustíveis
- b) Estiver protegida contra curtos-circuitos, por um dispositivo de proteção localizado a montante





# Proteção Contra Curto-Circuito

- ❑ Características dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos:
- ❑ Sua capacidade de interrupção deve ser, no mínimo, igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação, exceto na condição indicada a seguir:

“Um dispositivo com capacidade inferior é admitido se um outro dispositivo com capacidade de interrupção necessária for instalado a montante. Nesse caso, as características dos dois dispositivos devem ser coordenadas de tal forma que a energia que eles deixam passar não seja superior à que podem suportar, sem danos, o dispositivo situado a jusante e as linhas protegidas por esse dispositivo”

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Características dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos
- **Nota:** em certos casos pode ser necessário tomar em consideração outras características, tais como os esforços dinâmicos e a energia de arco, para os dispositivos situados a jusante
- Os detalhes das características que necessitam de coordenação devem ser obtidos com os fabricantes desses dispositivos

# Proteção Contra Curto-Circuito

- A NBR 5410/90 estabelece que “devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de curto-circuito nos condutores dos circuitos, antes que os efeitos térmicos e mecânicos dessa corrente possam torna-ser perigosos aos condutores e suas ligações”
- As correntes presumidas de curto-circuito devem ser determinadas em todos os pontos da instalação julgados necessários, nos quais serão aplicados (instalados) os dispositivos de proteção

# Proteção Contra Cur

- Recomendações:

a) O dispositivo de proteção deve ter capacidade de ruptura compatível com a corrente de curto-circuito presumida no ponto de sua instalação:

$$I_R \geq I_{CS}$$

- Onde:

- $I_R$  é a corrente de ruptura do dispositivo de proteção
- $I_{CS}$  é a corrente de curto-circuito presumida no ponto da instalação do dispositivo

# Proteção Contra Curto-Circuito

□ Recomendações:

b) O dispositivo de proteção deve ser rápido o suficiente para que os condutores do circuito não ultrapassem a temperatura limite:

$$T_{dd} \leq t$$

□ Onde:

- $T_{dd}$  é o tempo de disparo do dispositivo de proteção
- $t$  é o tempo limite de atuação do dispositivo de proteção, em segundos

# Proteção Contra Curto-Circuito

□ Recomendações:

c) Para curto-circuitos simétricos, ou assimétricos com duração inferior a 5 segundos, o tempo limite de atuação do dispositivo de proteção pode ser calculado pela expressão:

$$t = \frac{K^2 S^2}{I_{CS}^2}$$

□ Onde:

- K é uma constante relacionada ao material do condutor e da isolamento do condutor
- S é a seção do condutor, em mm<sup>2</sup>

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Valores da constante  $K$  relacionada ao material do condutor e da isolação:

$K = 115$  para condutores de cobre com isolação de PVC;

135 para condutores de cobre com isolação de EPR ou XLPE;

74 para condutores de alumínio com isolação de PVC;

87 para condutores de alumínio com isolação de EPR ou XLPE.

# Proteção Contra Curto-Circuito

**Tabela 47: Valores de k para condutores com isolamento de PVC, EPR ou XLPE – tabela 30 da NBR 5410.**

Material do condutor	Isolação do condutor					
	PVC				EPR/XLPE	
	$\leq 300 \text{ mm}^2$		$> 300 \text{ mm}^2$			
	Temperatura					
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	70°C	160°C	70°C	140°C	90°C	250°C
Cobre	115		103		143	
Alumínio	76		68		94	
Emendas soldadas em condutores de cobre	115		-		-	
<p>NOTAS</p> <p>1 Outros valores de k, para os casos mencionados abaixo, ainda não estão normalizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- condutores de pequena seção (principalmente para seções inferiores a <math>10 \text{ mm}^2</math>);</li> <li>- curtos-circuitos de duração superior a 5 s;</li> <li>- outros tipos de emendas nos condutores;</li> <li>- condutores nus.</li> </ul> <p>2 Os valores de k indicados na tabela são baseados na IEC 60724.</p>						



# Proteção Contra Curto-Circuito

- Tabela 42 (NBR 5410) – Tempos e correntes convencionais de atuação

Norma	$I_2$	$t_c$ (h)
<b>Disjuntores:</b>		
- NBR NM 60898		
$I_n \leq 63 \text{ A}$	$1,45 I_n$	1
$I_n > 63 \text{ A}$	$1,45 I_n$	2
- NBR IEC 60947-2		
$I_n \leq 63 \text{ A}$	$1,30 I_n$	1
$I_n > 63 \text{ A}$	$1,30 I_n$	2
- NBR 5361		
$I_n \leq 50 \text{ A}$	$1,35 I_n$	1
$I_n > 50 \text{ A}$	$1,35 I_n$	2
<b>Fusíveis:</b>		
- NBR IEC 60269-1		
$I_n \leq 63 \text{ A}$	$1,6 I_n$	1
$63 \text{ A} < I_n \leq 160 \text{ A}$	$1,6 I_n$	2
$160 \text{ A} < I_n \leq 400 \text{ A}$	$1,6 I_n$	3
$400 \text{ A} < I_n$	$1,6 I_n$	4

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos Proteções garantidas pelo mesmo dispositivo:
- Caso um dispositivo de proteção escolhido contra sobrecarga possuir capacidade de interrupção pelo menos igual à da corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação, o mesmo pode ser considerado também como proteção contra curtos-circuitos para a linha a jusante desse ponto

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos
- Proteções garantidas por dispositivos distintos:
  - As características dos dispositivos devem ser de tal maneira que a energia que o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos deixa passar, por ocasião de um curto, não seja superior a que pode suportar, sem danos, o dispositivo de proteção contra sobrecarga

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Seleção dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos (fusíveis e disjuntores)

## a) Dispositivos fusíveis

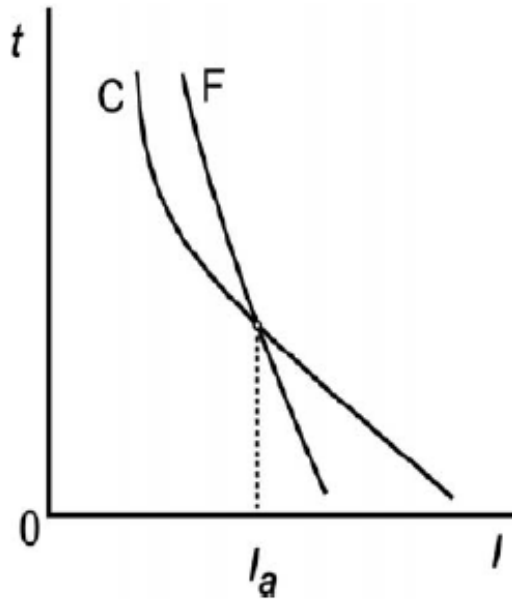
- Para aplicação das prescrições da norma a curtos-circuitos de duração no máximo igual a 5s, os dispositivos fusíveis devem atender à seguinte condição:

$$I_a \leq I_{K \min}$$

- Onde:
  - $I_a$  é a corrente correspondente à intersecção das curvas C e F
  - $I_{kmin}$  é a corrente de curto-circuito mínima presumida

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Intersecção da curva de suportabilidade térmica do condutor com a curva de fusão do fusível



Legenda:

C = curva de suportabilidade térmica do condutor;

F = curva de fusão do fusível (limite superior da faixa de atuação).

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Seleção dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos (fusíveis e disjuntores)

## b) Dispositivos Disjuntores

- Para aplicação das prescrições da norma a curtos-circuitos de duração no máximo igual a 5s, os dispositivos disjuntores devem atender à seguinte condição:

$$I_a \leq I_{K \min} +$$

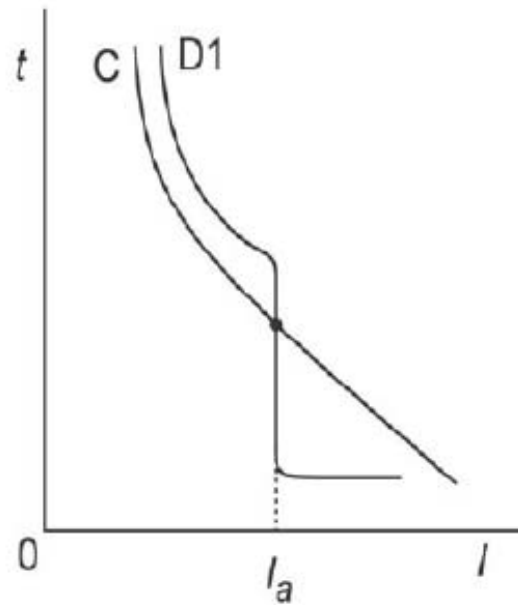
Curva da integral  
de Joule  
(não abordados)

- Onde:

- $I_a$  é a corrente correspondente à intersecção das curvas C e D1
- $I_{kmin}$  é a corrente de curto-circuito mínima presumida

# Proteção Contra Curto-Circuito

- Intersecção da curva de suportabilidade térmica do condutor com a curva de atuação do disjuntor



Legenda:

$C$  = curva de suportabilidade térmica do condutor;

$D_1$  = curva de atuação do disjuntor.

# Instalações Elétricas Prediais

- Próximos assuntos (aulas):
  - Projeto de instalações telefônicas
  - Proteção e aterramento