

CURSO ONLINE E 100% GRATUITO

APLICANDO A NBR 5410 NO PROJETO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

MÓDULO 3

QUEDA DE TENSÃO E SOBRECORRENTE

**ABNT NBR
5410**

Segunda edição
30.09.2004

Válida a partir de
31.03.2005

Versão Corrigida
17.03.2008

Instalações elétricas de baixa tensão
Installations of buildings – Low voltage



MÓDULO 3

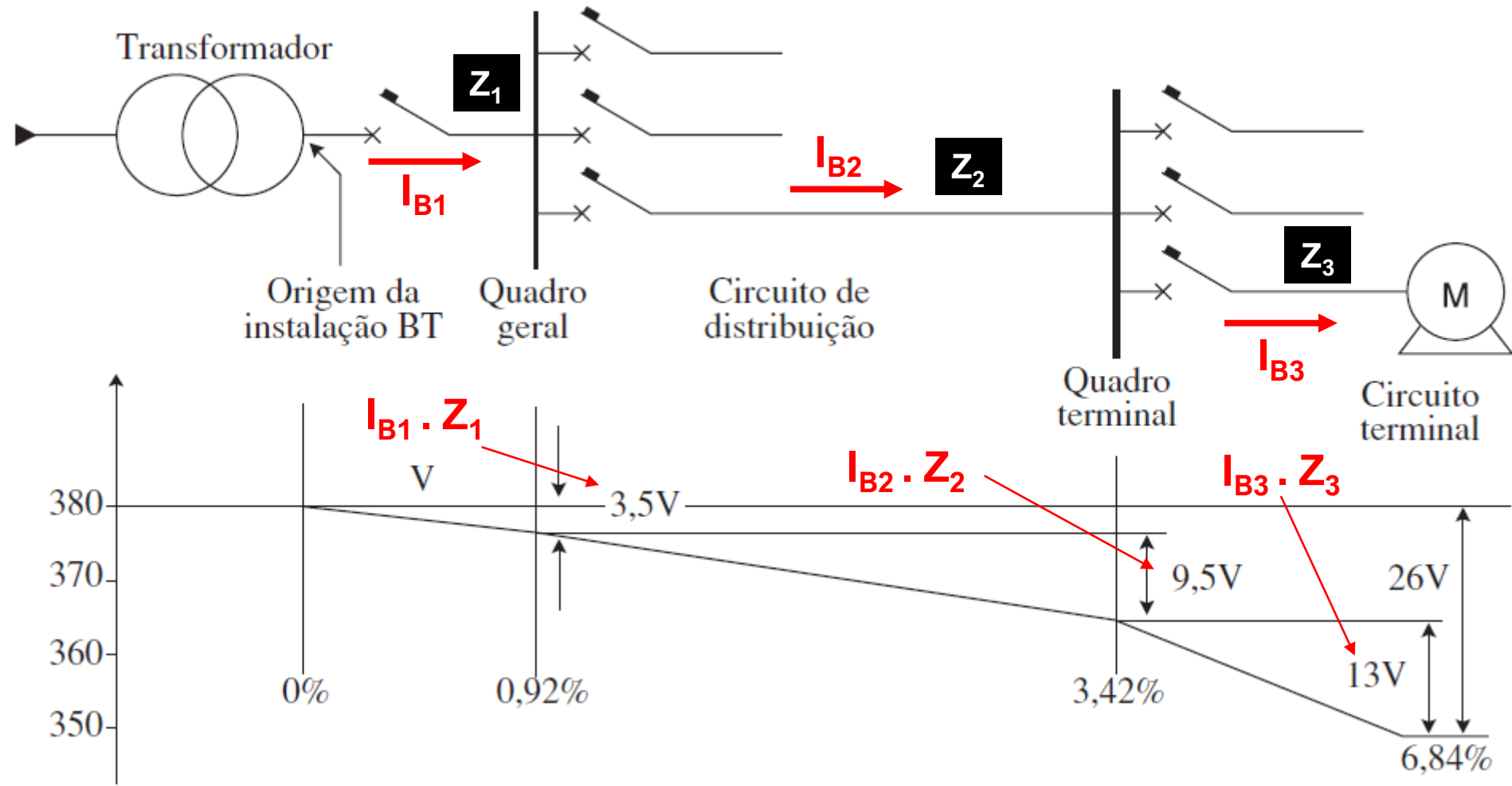
QUEDA DE TENSÃO E SOBRECORRENTE

- ✓ Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela queda de tensão (6.2.7 - NBR 5410)
- ✓ Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela coordenação com dispositivos de proteção contra sobrecargas (5.3.4 - NBR 5410)
- ✓ Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela coordenação com dispositivos de proteção contra curtos-circuitos (5.3.5 - NBR 5410)
- ✓ Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos (5.3.6 – NBR 5410)
- ✓ Seletividade entre dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (6.3.6.1 – NBR 5410)

AULA 01

Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela queda de tensão (6.2.7 - NBR 5410)

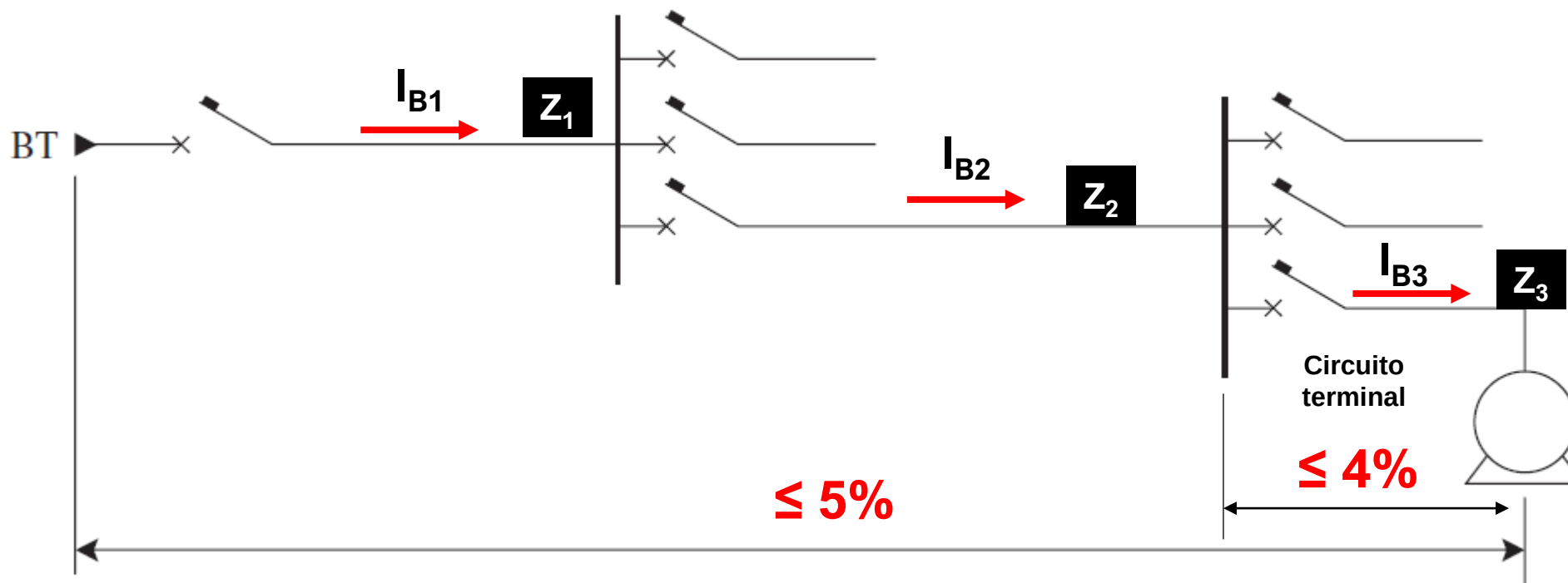
6.2.7 Quedas de tensão



Fonte: Livro "Instalações Elétricas",
Ademaro Cotrim, 5ª edição

6.2.7 Quedas de tensão

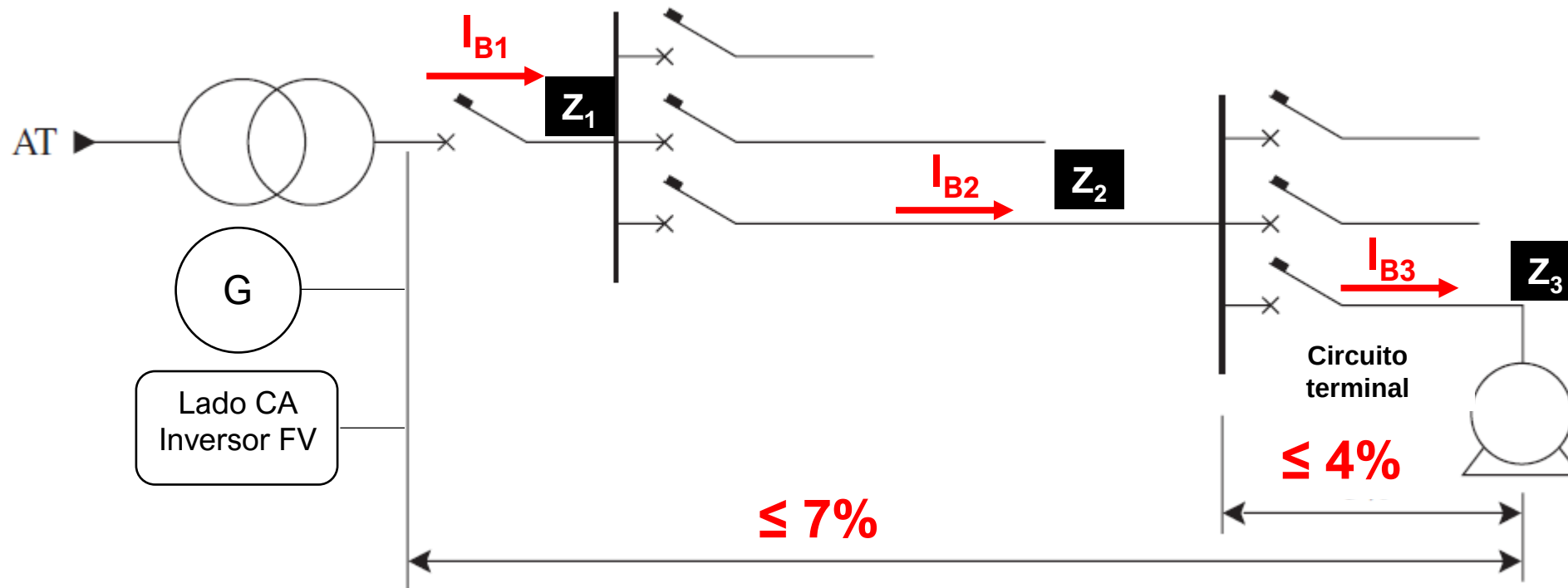
6.2.7.1 Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:



Alimentação diretamente em BT

Fonte: Livro "Instalações Elétricas",
Ademaro Cotrim, 5ª edição

6.2.7 Quedas de tensão



Alimentação a partir de transformador ou gerador



**Você acha esses limites
baixos, bons, altos?**

6.2.7 Quedas de tensão

$$U = Z \cdot I$$

$$\Delta U = t \cdot I_B l (r \cos \Phi + x \sin \Phi)$$

- ΔU = queda de tensão (V)
- $t = 2$ (circuito FN ou FF) / $\sqrt{3}$ (circuito 3F)
- I_B = corrente de projeto (A), incluindo as harmônicas
- l = comprimento do circuito (km)
- r = resistência elétrica do condutor (Ω) → depende da seção dos cabos
- x = reatância (indutiva) do condutor (Ω) → depende do arranjo dos cabos

$$\Delta U = t \cdot I_B l (r \cos \Phi + x \sin \Phi)$$

$$\overline{\Delta U} = \frac{\Delta U}{I_B \cdot l} = t(r \cos \Phi + x \sin \Phi)$$

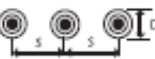
V/A.km

$$\overline{\Delta U} = t(r \cos \Phi + x \sin \Phi)$$

Tabela 1: Queda de tensão em V/A.km

Cabos unipolares ¹										Cabos unipolares ou bipolares			
n	S = 2D		S = 10cm		S = 20cm		S = 2D		Circuito trifásico	Circuito trifásico		Circuito monofásico	
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95		FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
28,0	23,6	27,9	20,7	24,2	20,7	24,3	20,5	24,1		20,4	24,1	23,5	27,8
17,5	14,7	17,3	12,9	15,1	13,0	15,1	12,8	15,0		12,7	15,0	14,6	17,3
10,9	9,2	10,8	8,2	9,5	8,2	9,5	8,0	9,4		7,9	9,3	9,1	10,8

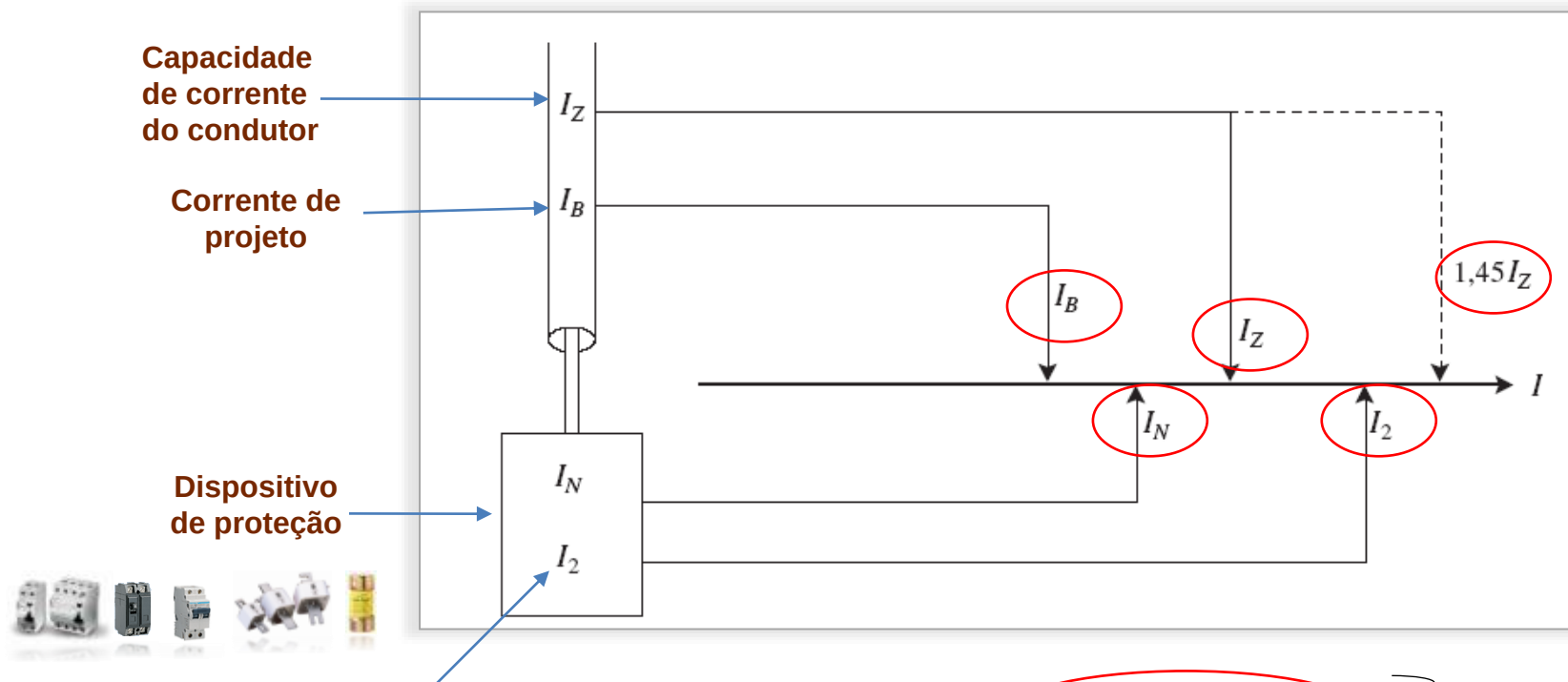
Tabela 1: Queda de tensão em V/A.km

Seções nominais (mm) ¹	Condutores abertos ¹																	
	Cabos unipolares ³														Cabos unipolares ou bipolares		Cabos trifásicos ou tetrapolares	
	Circuito monofásico 						Circuito trifásico 						Circuito trifásico 		Circuito monofásico 		Circuito trifásico 	
	S = 10cm		S = 20cm		S = 2D		S = 10cm		S = 20cm		S = 2D		(2)		(2)			
	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95	FP = 0,8	FP = 0,95
1,5	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	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
4,0	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
6,0	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	3,9	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	2,6	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	1,73	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	1,33	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	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,98	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	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

AULA 02

Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela coordenação com dispositivos de proteção contra sobrecargas (5.3.4 - NBR 5410)

5.3.4 - Proteção contra correntes de sobrecarga



$$I_2 = I_a \text{ (ou } I_f) = \alpha I_N$$

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

NBR IEC 60947-2 $\rightarrow \alpha = 1,30$ (disjuntor “industrial”
 RTQ 243 $\rightarrow \alpha = 1,35$ (disjuntor “NEMA” ≤ 60 A)
 NBR IEC 60898 $\rightarrow \alpha = 1,45$ (“mini disjuntor”)
 NBR 11840 $\rightarrow \alpha = 1,60$ (fusível gG)

Disjuntores $\rightarrow I_B \leq I_N \leq I_Z$

AULA 03

Determinação da seção nominal dos condutores vivos pela coordenação com dispositivos de proteção contra curtos-circuitos (5.3.5 - NBR 5410)

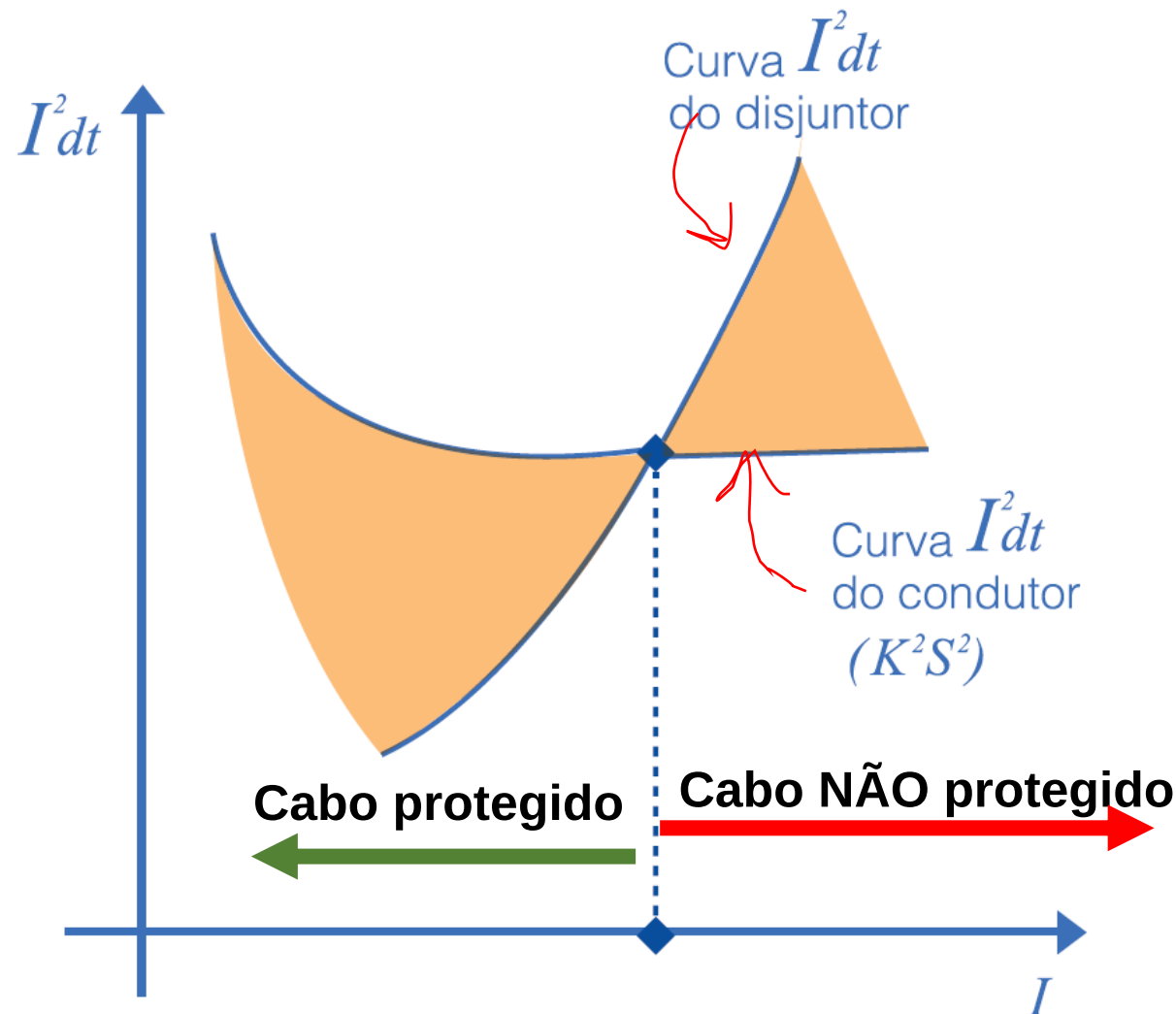
5.3.5.5.2 A integral de Joule que o dispositivo deixa passar deve ser inferior ou igual à integral de Joule necessária para aquecer o condutor desde a temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura limite de curto-circuito

**Dispositivo
proteção (DP)**

$$\int i^2 t dt \leq K^2 S^2$$

cabo

O valor de k é indicado na tabela 30 e S é a seção do condutor, em mm^2



5.3.5 - Proteção contra correntes de curto-circuito

LIVE TODA TERÇA-FEIRA

LIVE #004

**QUANDO DEVEMOS
USAR DISJUNTOR
NO NEUTRO?**



LIVE TODA TERÇA-FEIRA ÀS **20H00**

LIVE #012

**DISJUNTOR
CURVA B, C, D:
QUANDO USAR
CADA UM**



LIVE TODA TERÇA-FEIRA ÀS **20H00**

LIVE #016

**CORREÇÃO DE
TEMPERATURA
EM DISJUNTORES**



LIVE TODA TERÇA-FEIRA ÀS **20H00**

LIVE #020

**PODE MONTAR
UM QUADRO
SEM DISJUNTOR
GERAL?**



LIVE TODA TERÇA-FEIRA ÀS **20H00**

LIVE #035

**LOCALIZAÇÃO
E DESLOCAMENTO
DE DISJUNTORES
OU FUSÍVEIS**





**Você conhecia o conceito
de integral de Joule?**

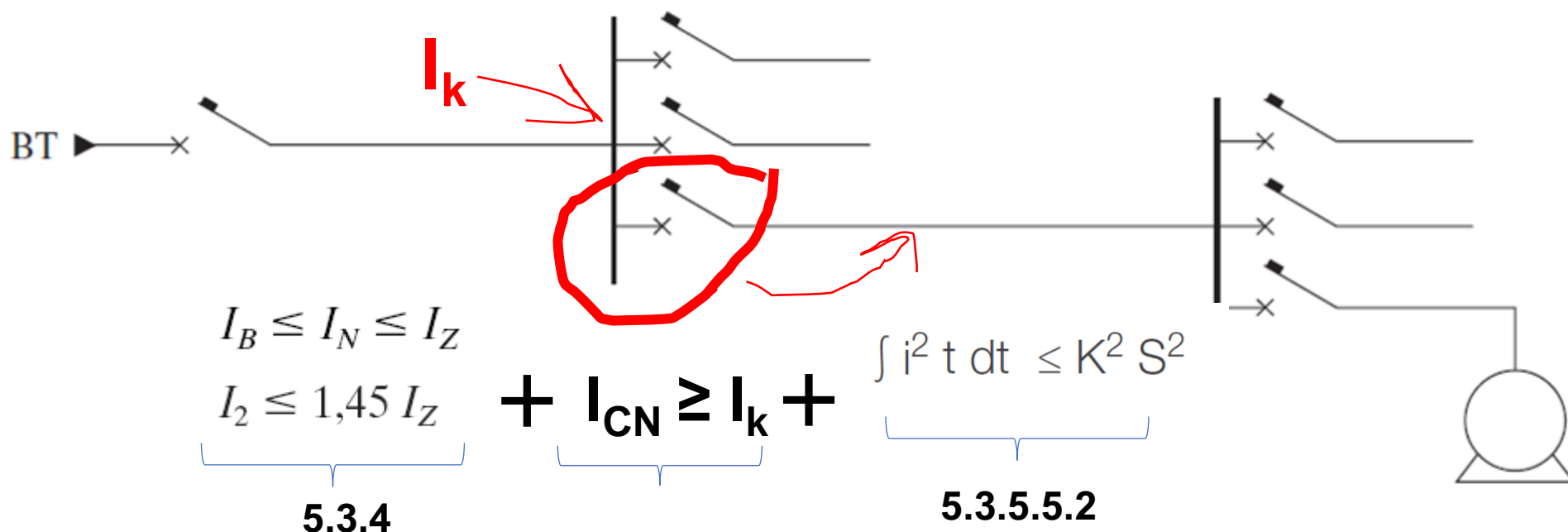
AULA 04

Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos (5.3.6 – NBR 5410)

5.3.6 - Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos

5.3.6.1 Proteções providas pelo mesmo dispositivo

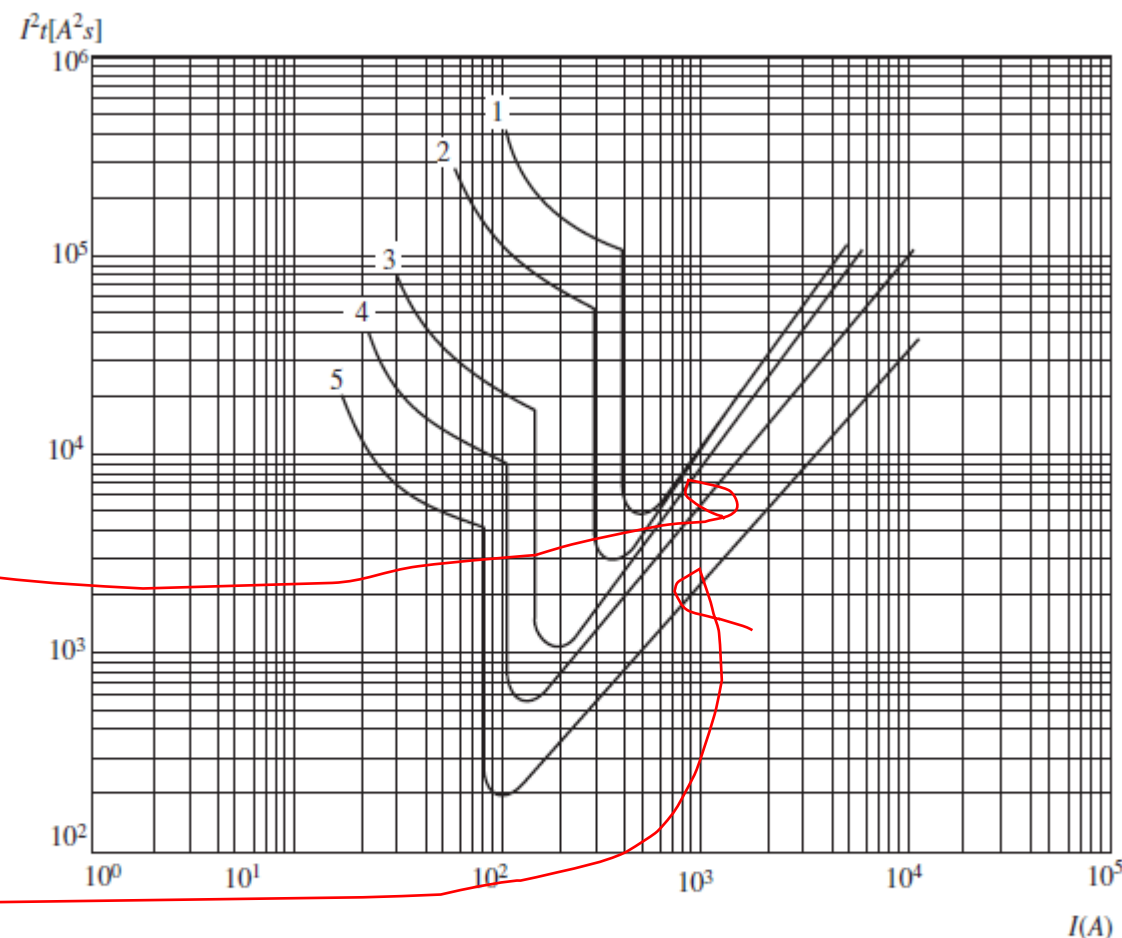
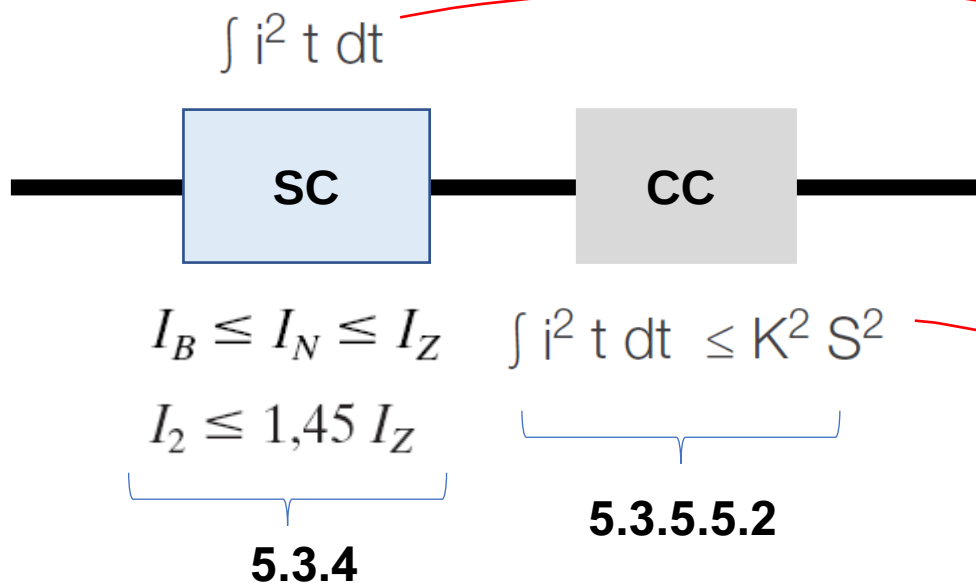
O dispositivo destinado a prover proteção contra sobrecargas, selecionado de acordo com 5.3.4, pode prover também a proteção contra curtos-circuitos da linha situada a jusante do ponto em que for instalado se o dispositivo possuir uma **capacidade de interrupção (I_{CN})** pelo menos igual à corrente de curto-circuito presumida nesse ponto e atender ao disposto em 5.3.5.5.2.



5.3.6 - Coordenação entre a proteção contra sobrecargas e a proteção contra curtos-circuitos

5.3.6.2 Proteções providas por dispositivos distintos

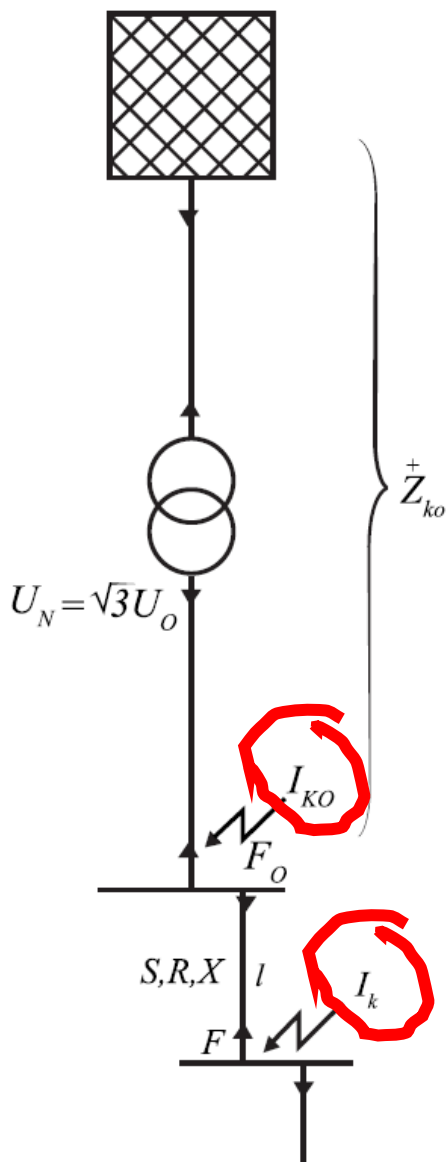
No caso de a proteção contra sobrecargas ser provida por um dispositivo e a proteção contra curtos-circuitos por outro dispositivo, distinto, aplicam-se ao primeiro as disposições de 5.3.4 e, ao segundo, as disposições de 5.3.5. Mas as características dos dois dispositivos devem ser coordenadas de tal maneira que a energia que o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos deixa passar, durante um curto-circuito, não seja superior à que pode suportar, sem danos, o dispositivo de proteção contra sobrecargas.



Fonte: Livro "Instalações Elétricas",
Ademaro Cotrim, 5ª edição

AULA 05

Seletividade entre dispositivos de
proteção contra sobrecorrentes
(6.3.6.1 – NBR 5410)



$$I_k = \frac{U_0}{\sqrt{\frac{U_0^2}{I_{k0}^2} + \frac{2U_0 \rho \cos \Phi_{k0} l}{I_{k0} S} + \frac{p^2 l^2}{S^2}}}$$

Fórmula a favor da segurança
para cabos > 50 mm²
Para circuito 2 condutores →
usar 2ℓ

$$I_k = \frac{22}{\sqrt{\frac{484}{I_{k0}^2} + \frac{100 \cos \Phi_{k0} l}{I_{k0} S} + \frac{5l^2}{S^2}}}$$

para condutores de cobre, $\rho = 22,4 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$,
e circuitos com tensões 220/380 V ($U_0 = 220 \text{ V}$)

$$I_k = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{I_{k0}^2} + \frac{57 \cos \Phi_{k0} l}{I_{k0} S} + \frac{5l^2}{S^2}}}$$

para condutores de cobre, $\rho = 22,4 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$,
e circuitos com tensões 127/220 V ($U_0 = 127 \text{ V}$)

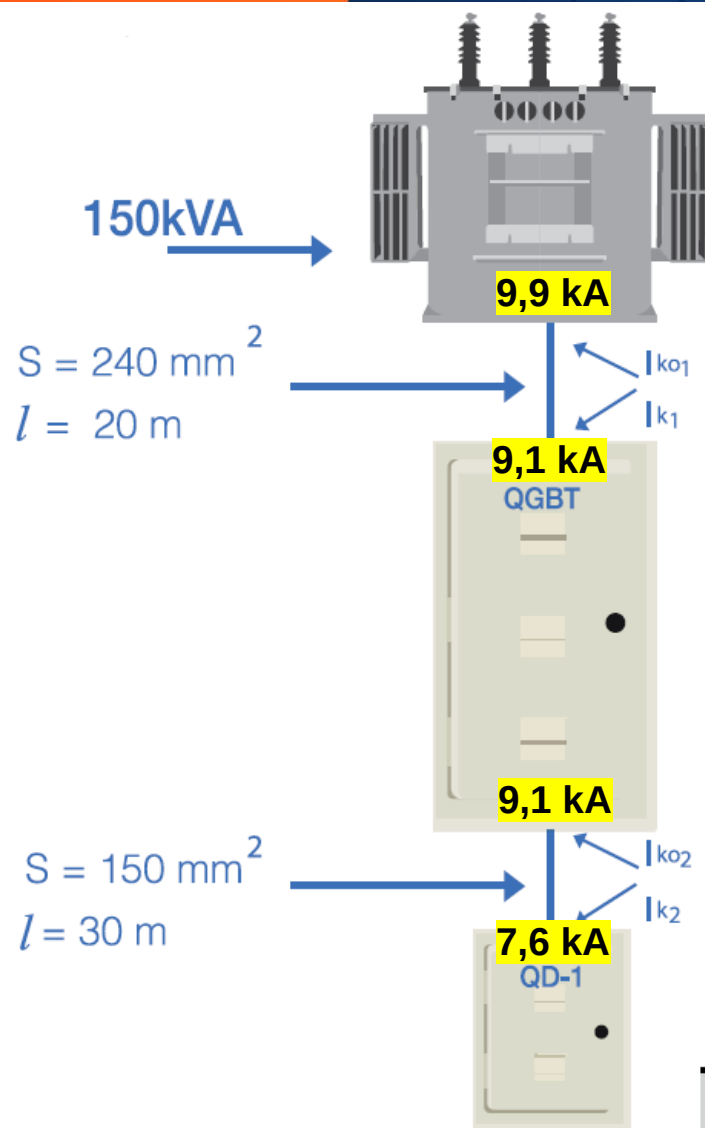
$I_{k0} \text{ (KA)}$	1,5 a 3	3,1 a 4,5	4,6 a 6	6,1 a 10	10,1 a 20	Maior que 20
$\cos \Phi_{k0}$	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,25

LIVE #001

**CÁLCULO DA
CORRENTE DE
CURTO-CIRCUITO
PRESUMIDA**



Cálculo simplificado da corrente de curto-circuito presumida



$$I_k = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{I_{k0}^2} + \frac{57 \cos \Phi_{k0} l}{I_{k0} S} + \frac{5l^2}{S^2}}}$$

$$\begin{aligned} I_{kT} &= S / \sqrt{3} \cdot U \cdot z(\%) \\ I_{kT} &= 150k / \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,04 \\ I_{kT} &= 9,9 \text{ kA} \end{aligned}$$

- Para um transformador de 150 kVA – 127/220 V $\Rightarrow I_{kT} = 9,9 \text{ kA} = I_{k01}$
- Para $I_{k01} = 9,9 \text{ kA} \Rightarrow \cos \Phi_{k01} = 0,5$
- Sendo $S = 240 \text{ mm}^2$ e $l = 20 \text{ m}$
- Aplicando a expressão acima $\Rightarrow I_{k1} = 9,1 \text{ kA} = I_{k02}$
- Para $I_{k02} = 9,1 \text{ kA} \Rightarrow \cos \Phi_{k02} = 0,5$
- Sendo $S = 150 \text{ mm}^2$ e $l = 30 \text{ m}$
- Aplicando a expressão acima $\Rightarrow I_{k2} = 7,6 \text{ kA}$

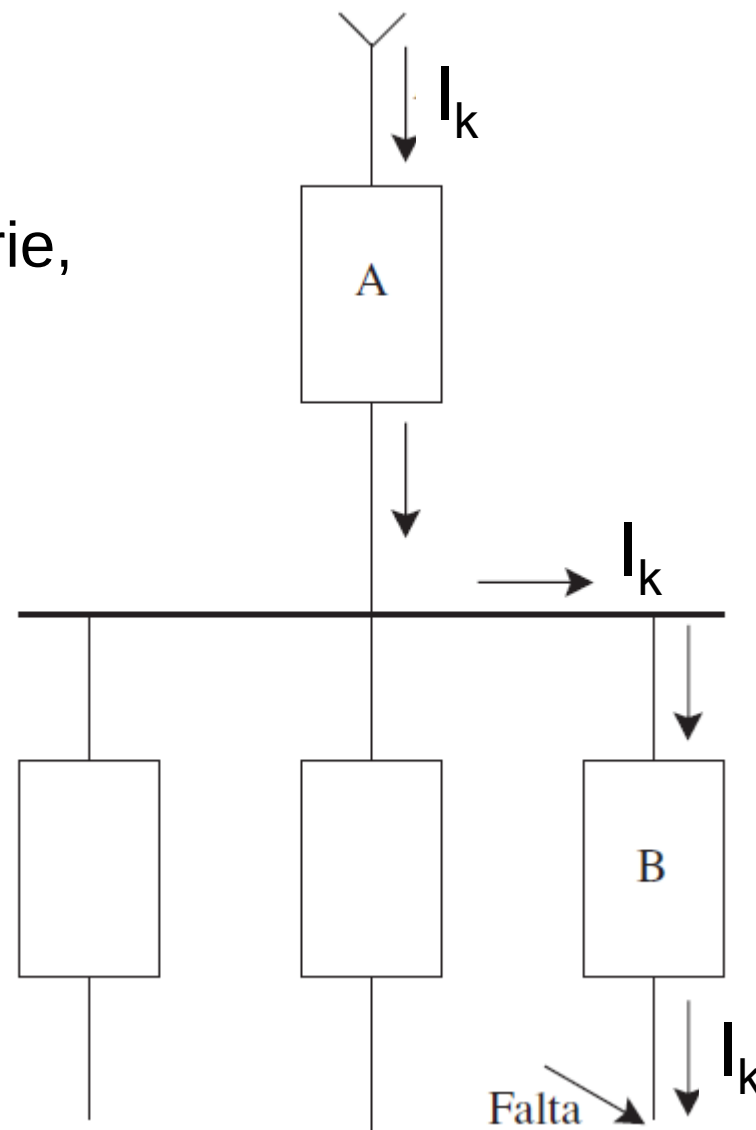
I_{k0} (KA)	1,5 a 3	3,1 a 4,5	4,6 a 6	6,1 a 10	10,1 a 20	Maior que 20
$\cos \Phi_{k0}$	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,25



**Você costuma calcular
corrente de curto presumida?**

Seletividade

Quando dois ou mais dispositivos de proteção contra sobrecorrentes forem instalados em série, suas características de atuação devem ser escolhidas de modo a que, no caso de circulação de uma sobrecorrente no circuito situado mais a jusante, só atue o dispositivo que protege esse circuito.



- ❖ **Por corrente (amperimétrica/amperométrica)** → circuitos terminais, baixas correntes de curto-circuito
- ❖ **Por tempo (temporal)** → curva $t \times I$ (clássica), todos os circuitos e correntes de curto-circuito
- ❖ **Por energia** → entre dispositivos limitadores (fusíveis ou disjuntores), para elevadas correntes de curto-circuito
- ❖ **Por zona (lógica)** → todos os circuitos e correntes de curto-circuito; alta confiabilidade e continuidade de serviço

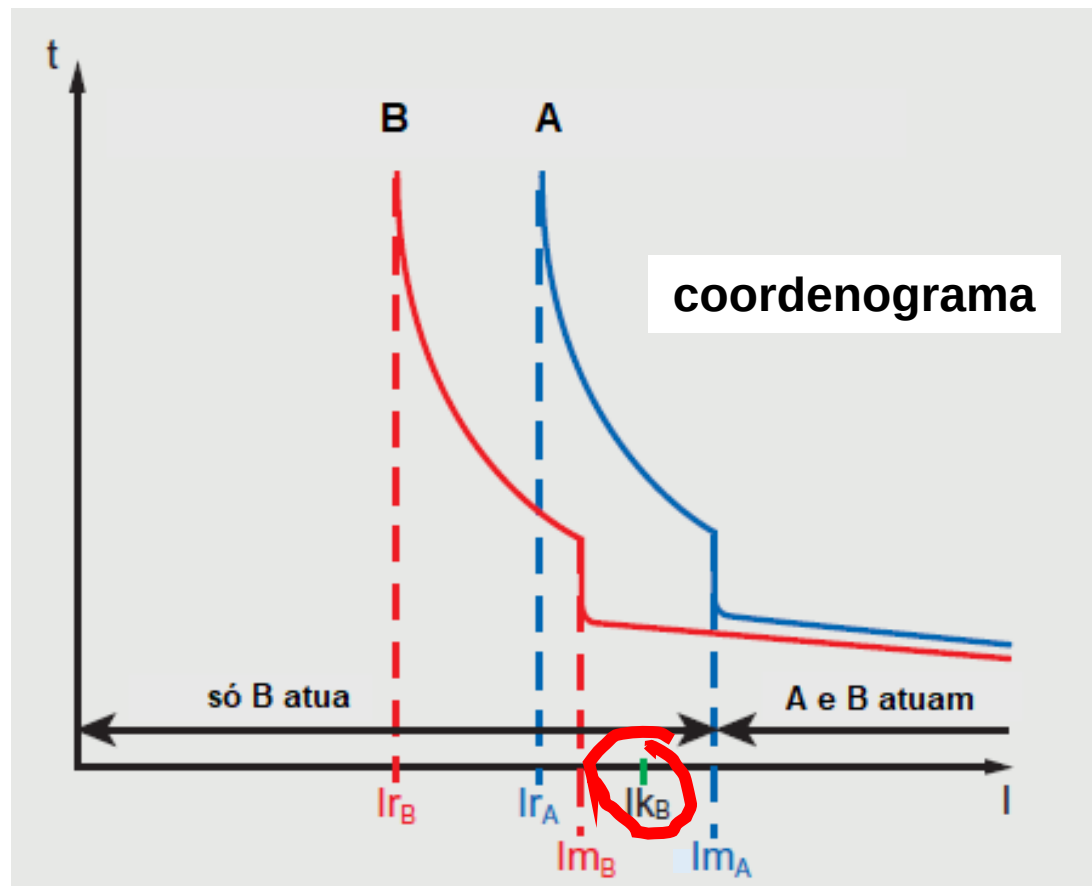
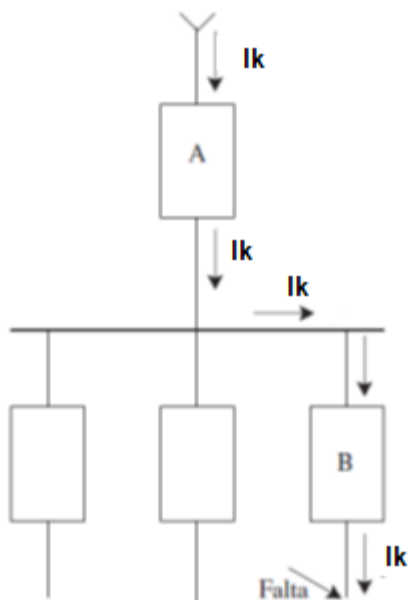
LIVE TODA TERÇA-FEIRA ÀS **20H00**

LIVE #022

**SELETIVIDADE
ENTRE DISJUNTORES
E FUSÍVEIS DE
BAIXA TENSÃO**



Seletividade por corrente



Seletividade por corrente aplicada principalmente para circuitos terminais, com baixa corrente de curto-circuito

Para seletividade total, a corrente de curto-circuito presumida I_K deve ser inferior à corrente do limiar de atuação magnética do dispositivo A (Im_A) →

$$I_{r_A} \geq 2 I_{r_B}$$

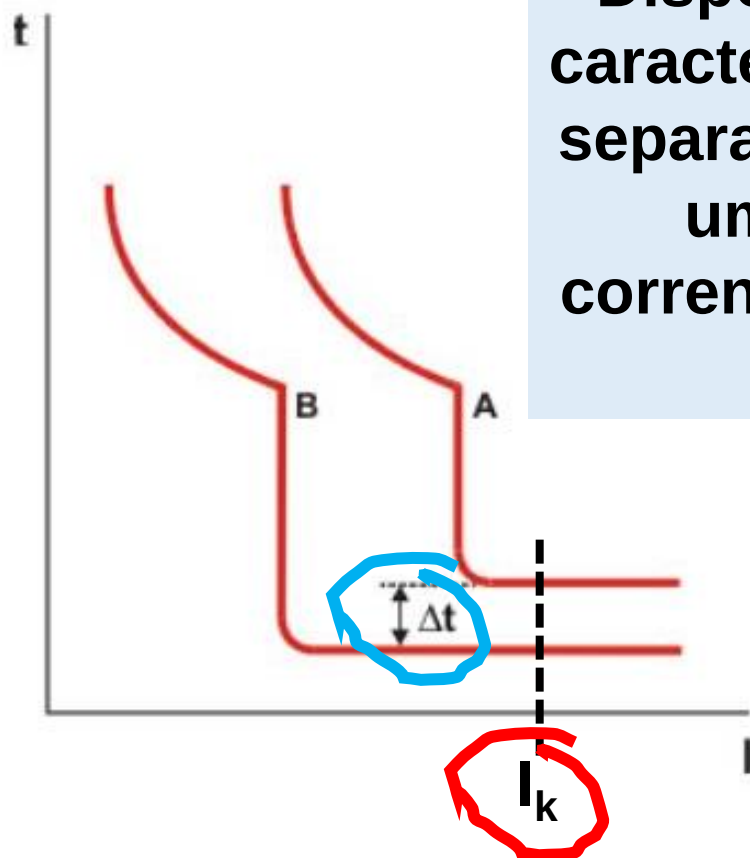
$$I_{m_A} \geq 1,5 I_{m_B}$$

Para disjuntores fixos,

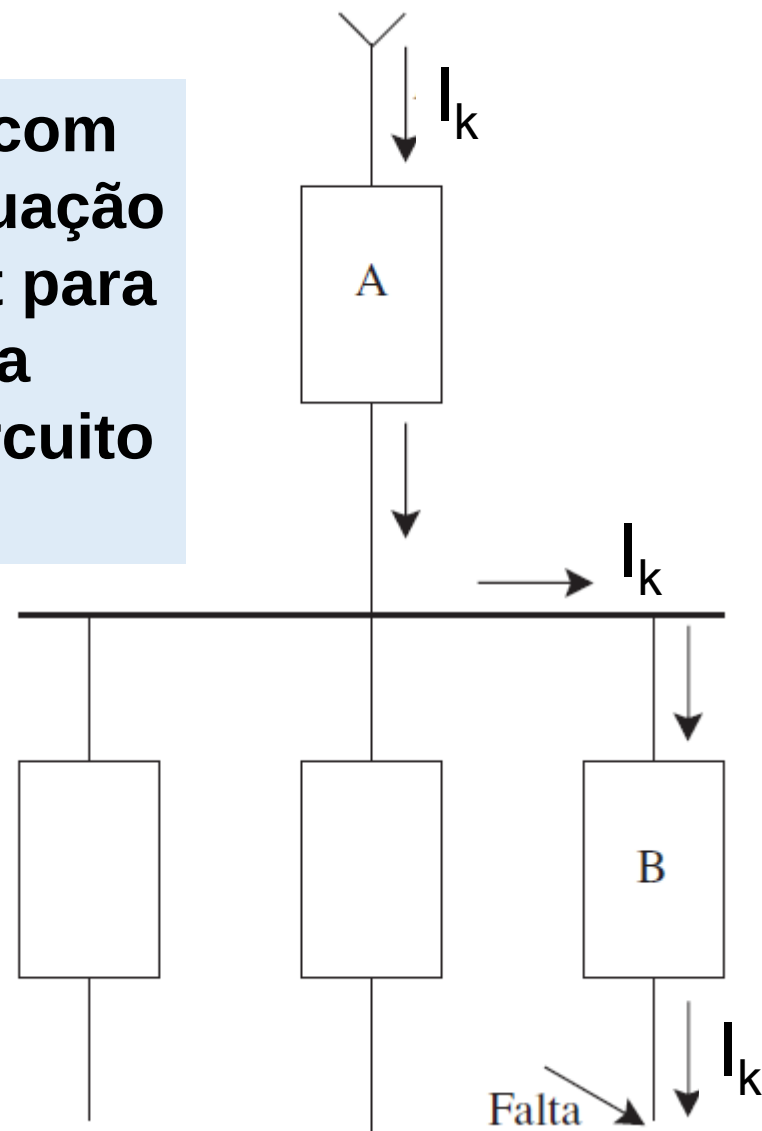
$$I_r = I_N$$

Ex.: $I_{NA} = 50 \text{ A}$ e $I_{NB} = 20 \text{ A}$

Seletividade por tempo



Dispositivos A e B com características de atuação separadas por um Δt para uma determinada corrente de curto-circuito presumida I_k



Seletividade por tempo: Fusível x Fusível

Fusíveis colocados em série são considerados seletivos quando suas curvas $t \times I$ não se interceptam e mantêm entre si um intervalo de tempo adequado.

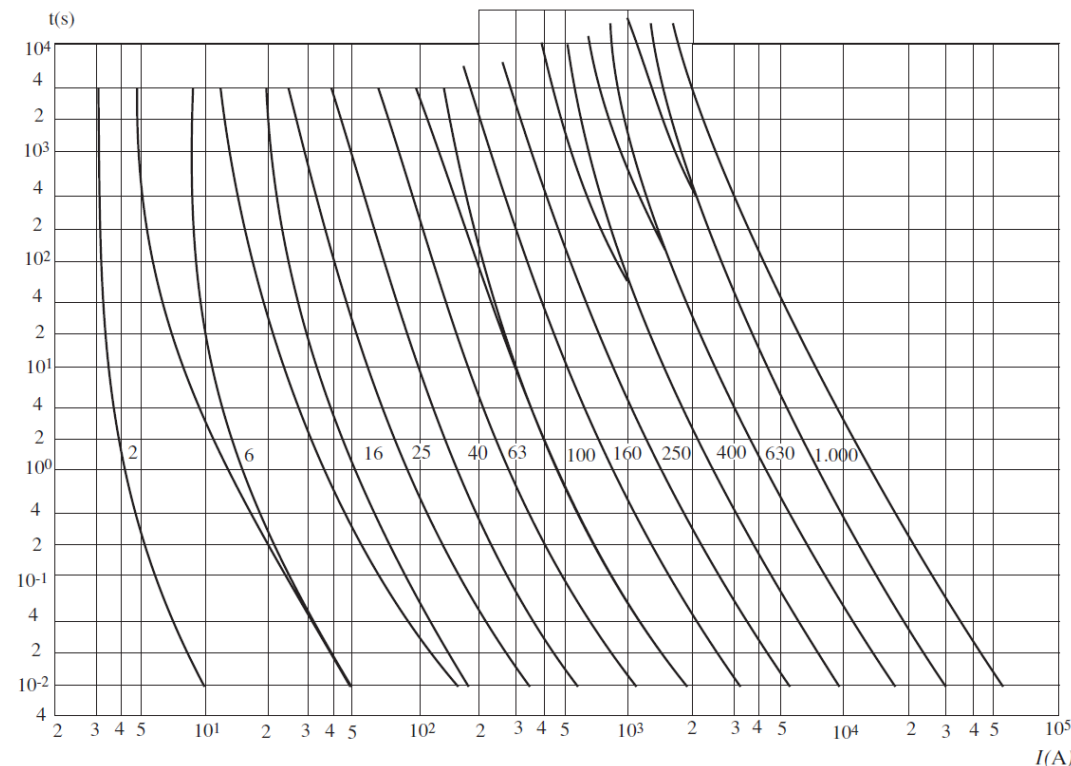
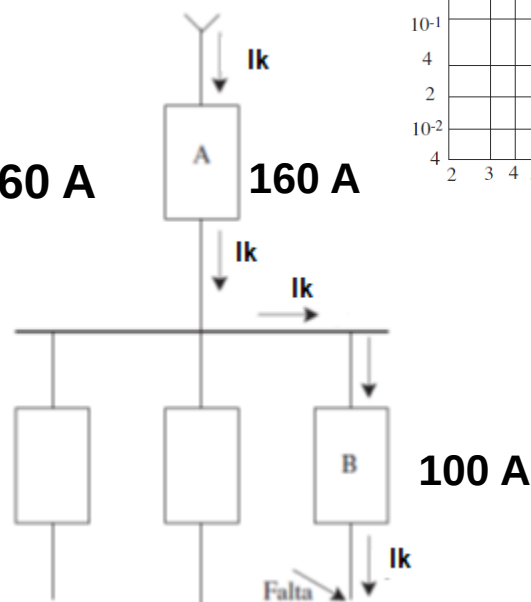
Essa seletividade total é obtida quando:

$$I_{NA} \geq 1,6 I_{NB}$$

Ex.:

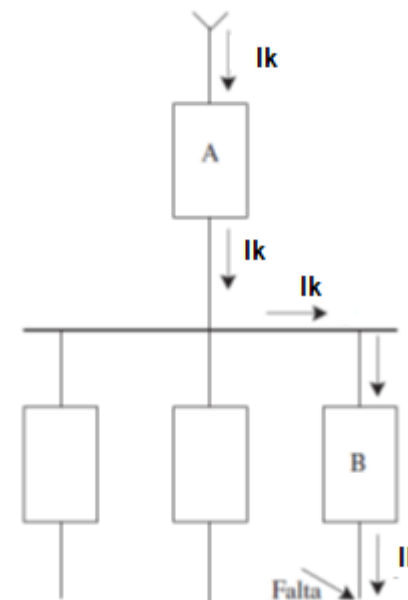
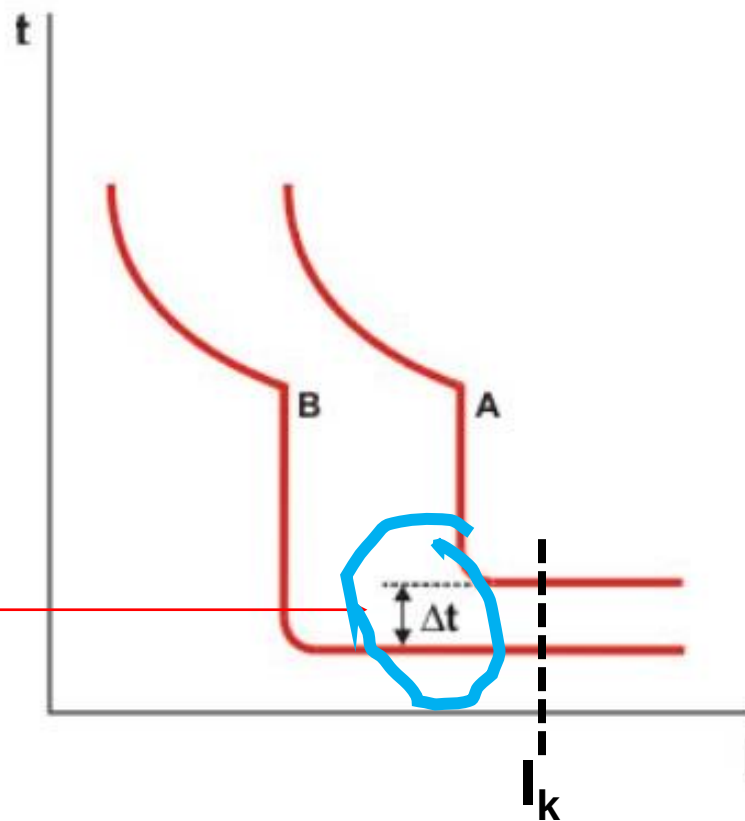
Fusível B (gG): $I_{NB} = 100 \text{ A}$

Fusível A (gG): $I_{NA} \geq 1,6 \cdot 100 \text{ A} \rightarrow I_{NA} = 160 \text{ A}$

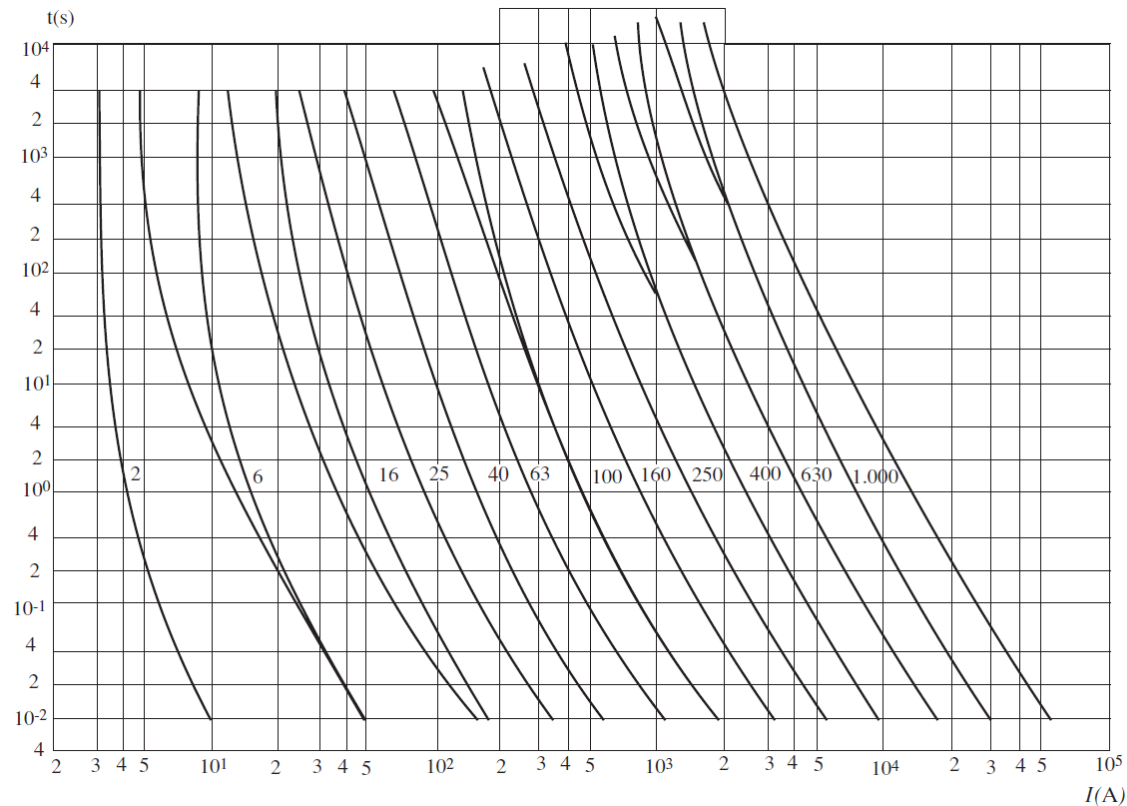


Disjuntores colocados em série são considerados seletivos quando, para a corrente de curto-circuito presumida I_K ,

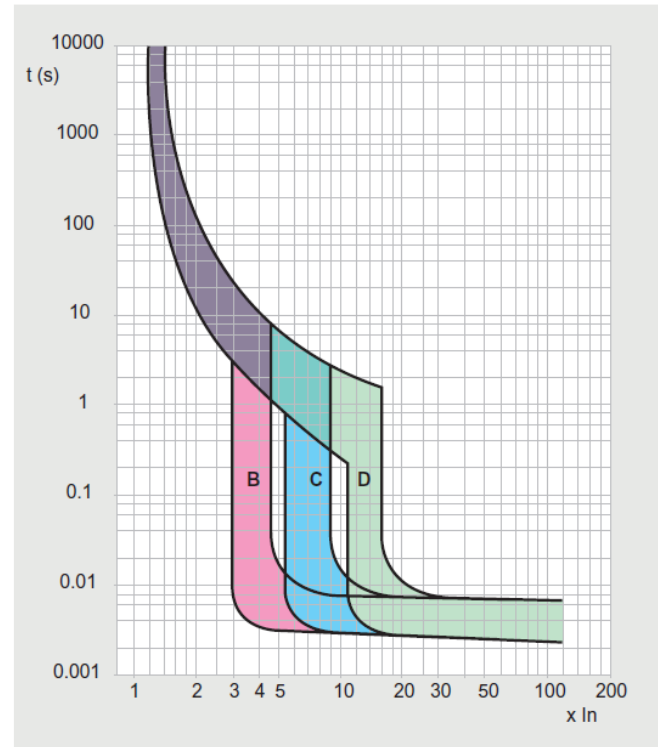
$$\Delta t \geq 50-150 \text{ ms}$$



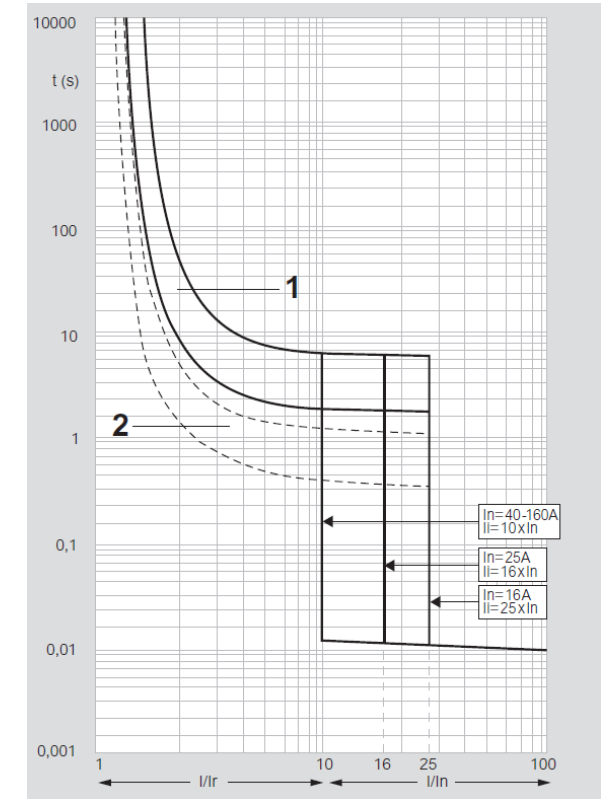
Seletividade por tempo + energia



Fusível



Disjuntor 60898



Disjuntor 60947-2



**Você verifica a
seletividade?**



Obrigado!

HILTON MORENO



[TELEGRAM](#)



[FACEBOOK](#)



[INSTAGRAM](#)



[YOUTUBE](#)

WWW.POTENCIAEDUCACAO.COM.BR