

ESTUDO DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES

SOBRECARGA
E
CURTO-CIRCUITO

O item 5.3 da NBR5410/04 trata da Proteção Contra Sobrecorrentes, sendo obrigatório que todos os condutores vivos sejam protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecarga e curto-circuito.

Com relação a proteção dos condutores fases, a proteção pode apenas seccionar o condutor em que houver a sobrecorrente. Contudo, em circuitos polifásicos (bi e tri), se o seccionamento puder colocar em risco a instalação (alimentação de motores trifásicos) ou, sendo em locais de habitação (item 9.5.4, NBR5410/04), então, há a obrigatoriedade de seccionamento de todos os condutores fase, com a utilização de componentes multipolares.

Com relação ao condutor Neutro, em sendo a bitola deste igual ou superior à da fase, então, não há necessidade de detecção de sobrecorrente. Porém, em sendo de bitola inferior, então há que se detectar a sobrecorrente e seccionar obrigatoriamente os condutores fase, mas, não necessariamente o condutor neutro.

A detecção pode ser omitida se: *i)* o neutro estiver protegido contra curto-circuito através da proteção dos condutores fase (**a ser feito um exemplo**); *ii)* a corrente máxima possível de percorrer o neutro em condições normais seja claramente inferior ao I_z do condutor neutro.

Dispositivos que podem fazer a proteção de sobrecarga e curto-circuito, são:

- Disjuntor NBR IEC 60947-2 ou NBR IEC 60898;
- Fusível tipo gG, conforme NBR IEC 60269-1/2/3.

Dispositivos que podem fazer a proteção de curto-circuito, são:

- Disjuntor NBR IEC 60947-2 ou NBR IEC 60898;
- Fusível tipo gG, gM ou aM, conforme NBR IEC 60269-1/2/3.

Primeira letra Minúscula	a	Fusível limitador de corrente, atuando somente na presença de curto-circuito, não são providos do Ponto Central
	g	Fusível limitador de corrente, atuando tanto na presença de curto-circuito como na de sobrecarga
Segunda letra Maiúscula	G	Proteção de linha, uso Geral
	M	Proteção de circuitos Motores

Quando se trata de cargas motoras a proteção de sobrecargas se faz através de Relé Térmico associado à fusível tipo aM para proteção contra curto-circuito.

A ser observado que no tocante à fusíveis, em Maio/2012 as partes 1 e 2 da NBR IEC 60269 foram canceladas. Segundo o site da ABNT, o cancelamento se deu, pois, a respectiva norma IEC, foi cancelada. Restando em vigor apenas a parte 3.

O fato complicador é que, salvo melhor juízo, não há norma que substitua as partes 1 e 2, que eram as que tratavam de fusíveis a serem utilizadas por profissional autorizado. A parte 3 trata apenas de fusíveis D (gG) e cartuchos, sendo para uso de pessoal não qualificado. Ainda, as características técnicas dos fusíveis D se limitam a fusíveis de até 100A.

Neste material se utilizará as características técnicas de fusíveis encontradas na literatura técnica mais recente, disponível, sendo referenciado o fusível tipo gG.

Proteção contra Sobrecarga

O item 5.3.4.1 da NBR5410/04 determina que a coordenação da proteção e fiação se dará se:

$$a) I_B \leq I_N \leq I_Z \quad \text{e} \quad b) I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

I_B → corrente de projeto do circuito;

I_N → corrente nominal da proteção;

I_Z → corrente máxima do condutor;

I_2 → corrente de atuação do disjuntor ou de fusão para o fusível.

A equação b) é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga (100°C para cabo isolamento PVC) dos condutores não venha a ser mantida por um tempo superior a 100h durante 12 meses consecutivos, ou por 500h ao longo da vida útil do condutor. Não sendo possível uma destas condições, então, a equação b) passa a ser:

$$I_2 \leq I_Z$$

- Atuação do disjuntor:

$$I_2 = 1,45 \times I_N \quad \text{Para IEC 898}$$

$$I_2 = 1,30 \times I_N \quad \text{Para IEC 947}$$

I_N (A) => 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125

- Atuação do fusível:

I_N (A)	$I_2 = I_f$	I_N (A)
2		32
4		35
≤ 4	$2,1 \times I_N$	6
$4 < I_N \leq 10$	$1,9 \times I_N$	10
$10 < I_N \leq 35$	$1,9 \times I_N$	13
$35 < I_N \leq 1.000$	$1,6 \times I_N$	16
		20
		100
		25
I_f é a corrente de fusão		

- EXEMPLO 1: Dimensionar a proteção contra sobrecarga para um circuito trifásico com $I_B = 115A$, que alimenta um CCM com cabo multipolar de $25mm^2$, cobre, isolamento EPR, instalado em bandeja (método E) e $I_z = 127A$. (**FCA=FCT=1**)

$$a) I_B \leq I_N \leq I_Z \quad e \quad b) I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

- Disjuntor

$$a) 115 \leq I_N \leq 127$$

↓
125A

Sendo, $I_2 = 1,45 \times I_N$

$$b) 1,45 \times 125 \leq 1,45 \times 127$$

$$125 \leq 127$$

Disjuntor de 125A
e
Cabo de 25mm²

- Fusível

$$a) 115 \leq I_N \leq 127$$

↓
125A

Sendo, $I_2 = 1,6 \times I_N$

$$b) 1,6 \times I_N \leq 1,45 \times 127$$

$$I_N \leq 0,91 \times 127 \Rightarrow$$

$$I_N \leq 115,1A$$

Fusível disponível de 100A.
Menor que a corrente do
circuito de 115A.
Necessário aumentar a
bitola do cabo!!!

Cabo de 35mm² $\Rightarrow I_z = 158A$

$$a) 115 \leq I_N \leq 158$$

↓
125A

Sendo, $I_2 = 1,6 \times I_N$

$$b) 1,6 \times I_N \leq 1,45 \times 158$$

$$I_N \leq 0,91 \times 158 \Rightarrow$$

$$I_N \leq 143,8A$$

Fusível de 125A
e
Cabo de 35mm²

Proteção Contra Curto-Circuito

Os itens 5.3.5 e 6.3.4.3, da NBR5410/04, tratam de prescrição e especificação de dispositivos para proteção contra curto-circuito.

O item 5.3.5.5.1 determina que o dispositivo deve ter capacidade de interrupção (I_{NK}), no mínimo, igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação (I_{CS}).

$$I_{NK} \geq I_{CS}$$

O item 5.3.5.5.3 indica que a corrente nominal do dispositivo provedor de proteção contra curtos-circuitos pode ser maior que a capacidade de condução do condutor (I_z)

Já o item 5.3.5.5.2, determina que a Integral de Joule (energia) do dispositivo seja menor 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.

Para efeitos de verificação se tem a seguinte expressão:

$$\int_0^t i^2 dt \leq K^2 \cdot S^2 \quad \text{onde,} \quad \int_0^t i^2 dt \Rightarrow \text{Integral de Joule do dispositivo}$$
$$K^2 \cdot S^2 \Rightarrow \text{Integral de Joule do cabo}$$

Sendo S a bitola do cabo e K obtido da Tabela 30 (5410/04)

Para curtos-circuitos simétricos de qualquer duração ou curtos assimétricos com duração de $0,1 \leq t \leq 5s$, pode-se escrever:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

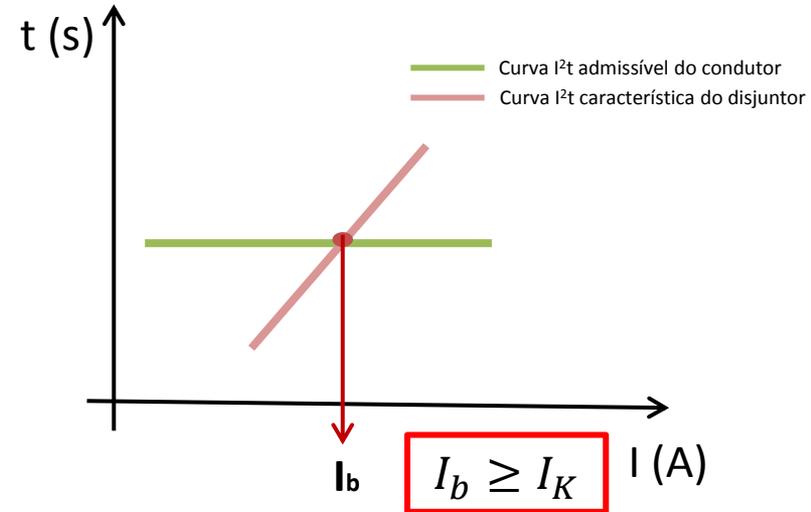
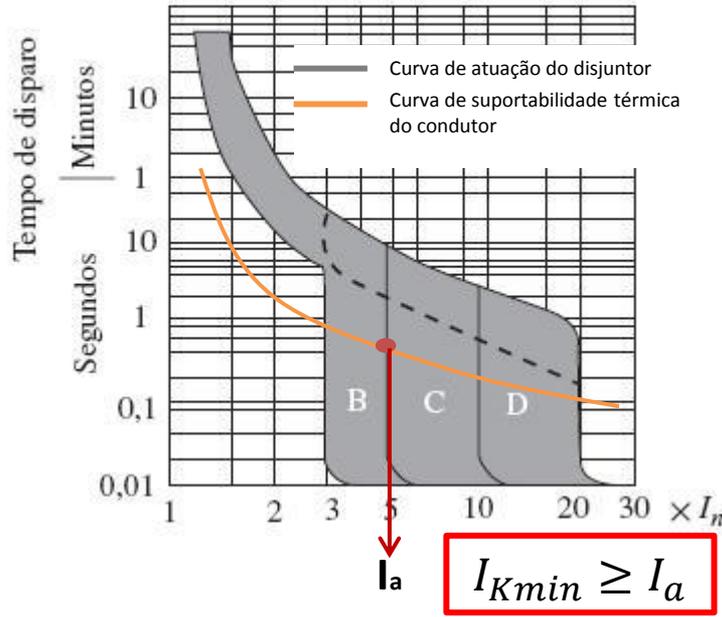
sendo, I a corrente de curto-circuito trifásico simétrica (A), t é a duração do curto-circuito, em segundos (ajuste do dispositivo).

Valores Tabelado para K

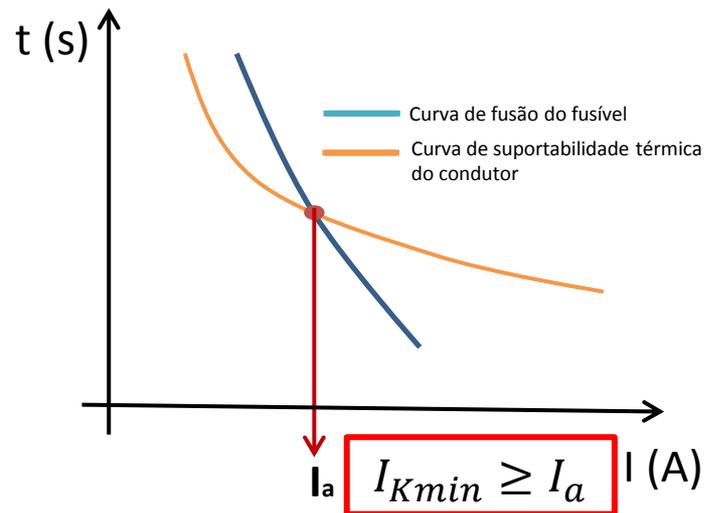
Material Do Condutor	Isolação do Condutor					
	PVC				EPR/XPLE	
	≤300mm ²		>300mm ²			
	Temperatura (°C)					
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	70	160	70	140	90	250
Cobre	115		103		143	
Alumínio	76		68		94	
Emendas soldadas em cabos de cobre	115		-		-	
<p>Notas:</p> <p>1- Valores de K, para os casos citados abaixo, ainda não estão normalizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - condutores de pequena bitola (< 10mm²); - curto-circuito de duração > 5s; - outros tipos de emendas nos condutores; <p>2- Os valores citados de K são baseados na IEC 60724</p>						

Para garantir que as prescrições dos itens 5.3.5.5.2 e 5.3.5.5.3 sejam válidas, os fusíveis e disjuntores devem satisfazer às seguintes condições (item 6.3.4.3):

DISJUNTORES →



FUSÍVEIS →



Aplicando os conceitos para o Exemplo 1, e supondo uma corrente de curto de 2,8kA, tem-se:

Disjuntor de 125A e Cabo de 25mm²

Fusível de 125A e Cabo de 35mm²

Para cabos com isolamento em EPR o valor de K , será:

$$K = 143$$

- Integral de Joule (Energia)

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Então:

Para Disjuntor NBR NM 60898 – Curva C

Para Fusível NBR IEC 60269-3

$$\frac{I_K}{I_N} = \frac{2,8 \times 10^3}{125} = 22,4 \Rightarrow \text{atuação } t \leq 0,01s$$

$$\text{atuação } t \leq 0,1s$$

$$(2,8 \times 10^3)^2 \times 0,01 \leq 143^2 \times 25^2 \Rightarrow$$

$$(2,8 \times 10^3)^2 \times 0,1 \leq 143^2 \times 35^2 \Rightarrow$$

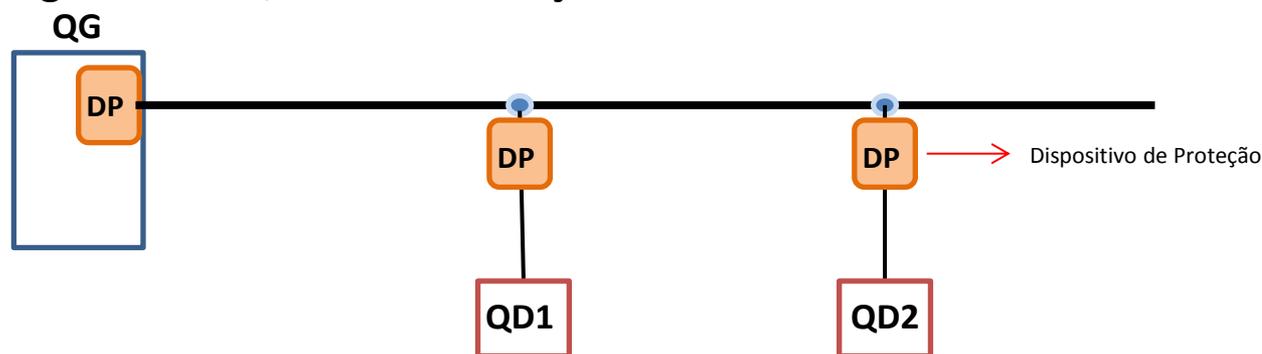
$$78,4 \times 10^3 \leq 12,8 \times 10^6 \quad \text{OK!!}$$

$$784,0 \times 10^3 \leq 25,1 \times 10^6 \quad \text{OK!!}$$

Assim, o disjuntor de 125A poderá ser utilizado para a proteção de curto-circuito do cabo de 25mm² com isolamento de EPR, tanto quanto o fusível de 125A poderá ser utilizado para o cabo de 35mm².

- Localização dos Dispositivos de Proteção Contra Sobrecargas e/ou Curto-Circuito

Na NBR5410/04, o item 5.3.4.2.1 (sobrecarga) e o item 5.3.5.2.1 (curto-circuito), indicam que deve haver dispositivo de proteção contra sobrecargas/curto-circuito sempre que houver redução da capacidade de condução de correntes dos condutores. Esta alteração por advir da mudança de seção, da natureza, do modo de instalar ou de constituição. A figura abaixo, ilustra a situação.



Ainda, o item 5.3.4.2.2 (sobrecarga) e o item 5.3.5.2.2 (curto-circuito), indicam que o dispositivo pode não ser instalado na posição definida nos itens 5.3.4.2.1 e 5.3.5.2.1, mas deslocado deste, ao longo da linha, se entre o ponto e o dispositivo não houver nenhuma derivação, tomada de corrente e, ainda, atender a uma das seguintes situações: *i*) estar protegida contra curto-circuito conforme 5.3.5; *ii*) o comprimento não exceder a 3m, ser instalada de modo a reduzir o risco de curto-circuito e não estar situada nas proximidades de materiais combustíveis

EM ESQUEMAS IT O DESLOCAMENTO NÃO É PERMITIDO!!

- Omissão da proteção contra sobrecarga e/ou curto-circuito

Os itens 5.3.4.3 (sobrecarga) e 5.3.5.3 (curto-circuito) tratam da possibilidade de admissão e/ou recomendação da omissão da proteção.

❖ Admite-se omitir proteção contra sobrecarga, desde que não seja locais com risco de incêndio nem explosão:

a) Nas linhas de sinal, incluindo circuitos de comando;

b) Em linha não sujeita à circulação de correntes de sobrecarga e que esteja protegida contra curto-circuito conforme o item 5.3.5 e, ainda, não contenha tomada de corrente e nem derivação;

c) Em linha situada a jusante de uma mudança de seção, natureza, modo de instalar ou de constituição, mas, que esteja protegida contra sobrecarga por dispositivo à montante.

❖ Admite-se omitir proteção contra curto-circuito, desde que a linha seja instalada de forma a reduzir ao mínimo o risco de curto e não se situe próximo a materiais combustíveis:

a) Certos circuitos de medição;

b) Linhas ligando geradores, transformadores, retificadores e baterias de acumuladores aos quadros de comando ou distribuição correspondentes, estando os dispositivos de proteção localizados nesse quadro;

c) Circuitos cujo desligamento possa significar risco/perigo para a instalação, tais como, excitação de máquinas rotativas; alimentação de eletroímãs para elevação de cargas; secundário de TC's; e, circuitos de segurança (bombas de incêndio, extração de fumaça, dentre outras.

- ❖ Recomenda-se a omissão da proteção contra sobrecarga em circuitos que possam colocar em risco a instalação:
 - a) Circuitos de excitação de máquinas rotativas;
 - b) Alimentação de eletroímãs para elevação de cargas;
 - c) Circuitos de segurança, tais como, bombas de incêndio, extração de fumaça, dentre outros.

Em especial, para sistemas IT, se admite omitir a proteção contra sobrecarga:

- a) Circuito protegido por DR que assegure atuação na ocorrência de uma segunda falha;
- b) Circuito sem distribuição do Neutro, que a proteção contra sobrecarga seja omitida em uma das fases, desde que o circuito conte com proteção por DR.

- Proteção em Corrente Contínua

Em termos de corrente contínua, a proteção contra sobrecarga é idêntica à corrente alternada, uma vez que o processo se faz através de sensor térmico, o qual é independente da natureza da corrente.

Para a proteção contra curto-circuito, cuja proteção se faz por sensor magnético, então, por questões ligadas ao ferromagnetismo, a resposta em corrente contínua tem pequena diferença da resposta em corrente alternada.

Decorre disto, que fabricantes apresentam dispositivos próprios para proteção em corrente contínua.

- EXEMPLO 2: Verificar a proteção contra curto-circuito para um circuito trifásico com $I_B = 238A$, que alimenta uma carga com cabo unipolar de $120mm^2 + 70mm^2$, cobre, isolamento PVC, instalado em bandeja não perfurada (método C) e $I_z = 259A$ e protegido por disjuntor 250A (**FCA=FCT=1**) sendo a corrente de curto-circuito de 3,6kA.

- FASE $120mm^2$

- NEUTRO $70mm^2$

Para Disjuntor NBR NM 60898 – Curva C

Para Disjuntor NBR NM 60898 – Curva C

$$\frac{I_K}{I_N} = \frac{3,6 \times 10^3}{250} = 14,4 \Rightarrow \text{atuação } t \leq 0,01s$$

$$\frac{I_K}{I_N} = \frac{3,6 \times 10^3}{250} = 14,4 \Rightarrow \text{atuação } t \leq 0,01s$$

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Cabo PVC < $300mm^2 \Rightarrow K = 115$

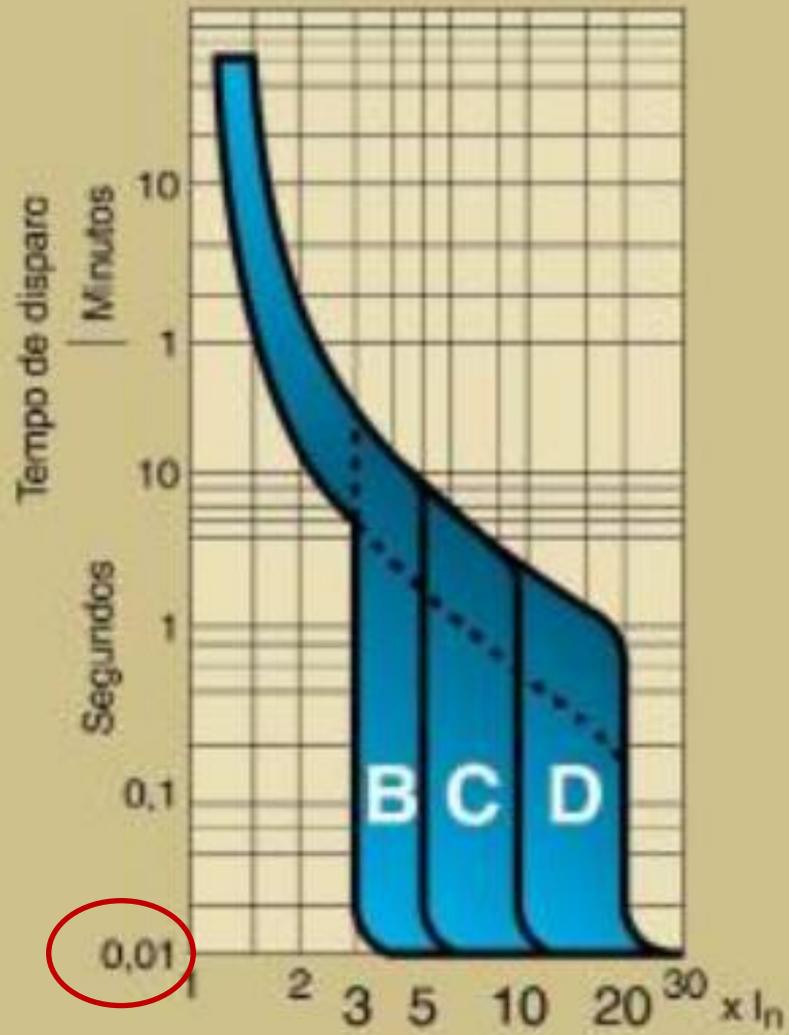
Cabo PVC < $300mm^2 \Rightarrow K = 115$

$$(3,6 \times 10^3)^2 \times 0,01 \leq 115^2 \times 120^2 \Rightarrow$$

$$(3,6 \times 10^3)^2 \times 0,01 \leq 115^2 \times 70^2 \Rightarrow$$

$$129,9 \times 10^3 \leq 190,4 \times 10^6 \quad \text{OK!!}$$

$$129,9 \times 10^3 \leq 6,48 \times 10^6 \quad \text{OK!!}$$



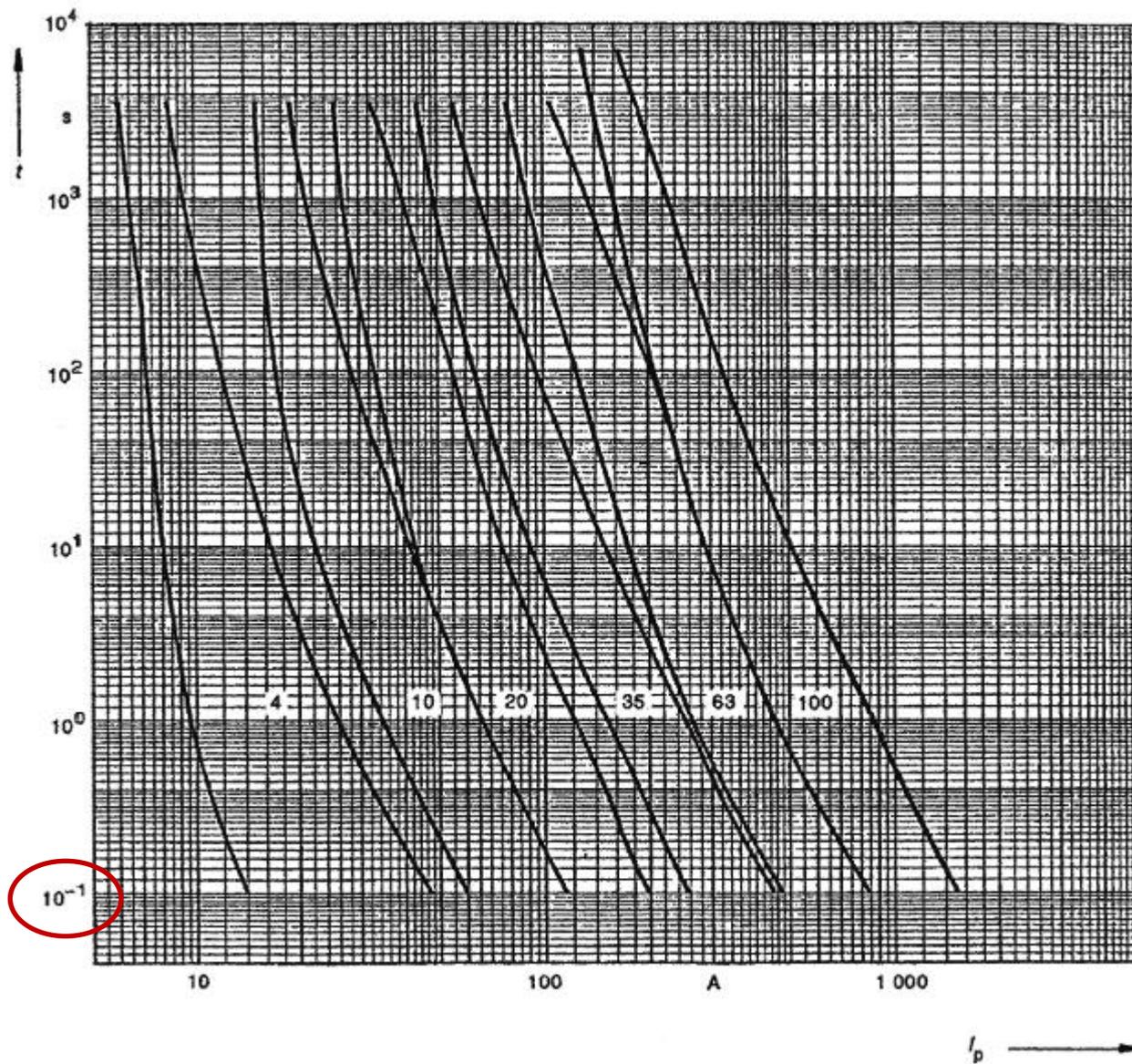


Figura 1b - Zonas de tempo-corrente para fusíveis "gG"

IEC 597/01

Retorno