

# 9

## PROTEÇÃO CONTRA SOBRE CORRENTES

### 9.1 INTRODUÇÃO

O aumento da temperatura nos condutores de uma instalação elétrica, devido a circulação de corrente (efeito Joule), projetada para o funcionamento normal, deve ser limitado para não prejudicar os elementos da rede.

Entretanto, podem ocorrer defeitos ou situações anômalas de funcionamento, que provocam o aumento do valor da corrente, podendo atingir níveis muito maiores do que aqueles para os quais o circuito foi projetado, como por exemplo durante um curto-circuito.

Essa sobrecarga produz sobre-aquecimento nos condutores ocasionando altas temperaturas que podem incendiar materiais inflamáveis próximos, ou mesmo inflamar materiais constituintes da própria isolação presentes em alguns tipos de condutores. Essa situação, além de danificar os componentes da rede, pode provocar, inclusive, incêndios.

Torna-se evidente portanto, que toda instalação elétrica deve ser convenientemente protegida contra esses efeitos citados.

Emprega-se, para tanto, dispositivos de proteção com função de proteger a rede contra os efeitos de correntes elevadas. Estes dispositivos devem interromper a corrente que circula no circuito, automaticamente, sempre que a intensidade de corrente atingir valores que podem causar danos.

Usualmente os dispositivos de proteção contra sobre-correntes em redes de baixa tensão são dimensionados para proteger os condutores da rede, havendo entretanto, situações em que atuam com correntes menores das que o condutor suporta, para proteger equipamentos conectados na rede. Neste texto será considerado o critério usual de dimensionamento de proteção de sobre-corrente onde o dispositivo de proteção é dimensionado para interromper o circuito para proteger o condutor, em função de sua bitola.

## 9.2 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DE DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Neste texto são tratados 2 tipos de dispositivos de proteção presentes na quase totalidade dos circuitos de baixa tensão:

- *fusíveis*, que interrompem o circuito pela fusão de um elemento e;
- “*no-fuse*”, que interrompem o circuito por ação mecânica não destrutiva.

A figura abaixo ilustra um fusível do tipo cartucho e um disjuntor de BT.



**Fusível**

Fonte: [www.mutter.com.br](http://www.mutter.com.br)



**Disjuntor**

Fonte: [www.mutter.com.br](http://www.mutter.com.br)

Figura 9.1 - fusível e disjuntor de BT

As principais características técnicas, utilizadas na aplicação dos dispositivos de proteção contra sobre-correntes são:

### a) Corrente Nominal

É definida como sendo o máximo valor eficaz da intensidade de corrente que pode circular por um dispositivo de proteção sem causar sua operação, que interrompe a corrente que o percorre.

### b) Curva Tempo-Corrente

É definida como sendo a curva que fornece o tempo gasto pelo dispositivo operar, ou seja interromper o circuito, em função da corrente que o percorre. Evidentemente, quanto maior for a corrente menor será o tempo despendido para a operação do dispositivo. A figura abaixo ilustra um curva tempo-corrente típica de um dispositivo de proteção contra sobre-corrente.

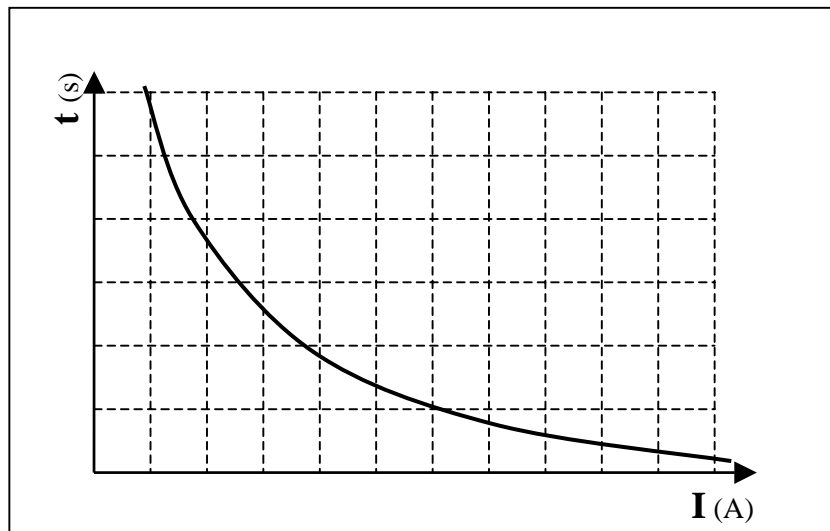


Figura 9.2 - Curva “Tempo-Corrente”

### c) Capacidade Disruptiva ( $S_{DIS}$ )

A interrupção de um circuito através da atuação de um dispositivo de proteção não deve ser entendida como apenas a abertura mecânica do circuito, mas sim, como sendo a completa extinção da corrente que atravessa o dispositivo. Isto porque após a abertura mecânica do circuito, quer seja pelo distanciamento dos contatos de um disjuntor quer seja pela fusão de um elo de um fusível, tende a se estabelecer um arco elétrico entre as extremidades do circuito mecanicamente aberto, mantendo a continuidade elétrica. O dispositivo deve criar condições para a extinção do arco (que geralmente ocorre no instante em que a corrente elétrica senoidal se anula) sem que haja condições de re-ignição.

Há um limite físico de interrupção de corrente que um dispositivo pode interromper, definido pelo dimensionamento de seus componentes. Por exemplo, um fusível com corrente nominal de 2 A não tem capacidade para interromper uma corrente de, por exemplo, 2000 A ! Assim, Capacidade Disruptiva ( $S_{DIS}$ ) é a máxima intensidade de corrente eficaz que o dispositivo consegue efetivamente interromper. Pode ser expressa em termos de corrente ou de potência, calculada em base da tensão nominal:

$$\text{Circuito Trifásico: } S_{DIS} = \sqrt{3} V_{NOM} I_{DIS}$$

$$\text{Circuito Monofásico: } S_{DIS} = V_{NOM} I_{DIS}$$

sendo:

$V_{NOM}$  - tensão nominal (V)

$I_{DIS}$  - corrente disruptiva (A)

### 9.3 FUSÍVEIS

Os fusíveis contêm um elemento condutor constituído de uma liga metálica especial, dimensionado para fundir, sob o aquecimento resultante do efeito joule, quando submetidos a correntes maiores que um valor especificado, que é a corrente nominal do fusível. Quanto maior a corrente circulante diante da nominal, menor será o período de tempo para a fusão.

Há vários tipos de fusíveis disponíveis para instalações elétricas de baixa tensão, dentre os quais estão:

- Fusíveis tipo rolha, cartucho e faca*, que são de concepção simples e baixo custo;
- Fusíveis de faca*, que apresentam grande variedade, desde modelos para aplicações simples, até outros com características precisas para aplicações de maior responsabilidade com alta capacidade disruptiva;
- Fusíveis Diazed* que são aplicados em instalações que requerem precisão na atuação;
- Fusíveis NH* que são aplicados em situações onde há presença de altos níveis de correntes a serem interrompidas que carecem de atenção especial na interrupção do arco.



Figura 9.3 – Tipos de Fusíveis

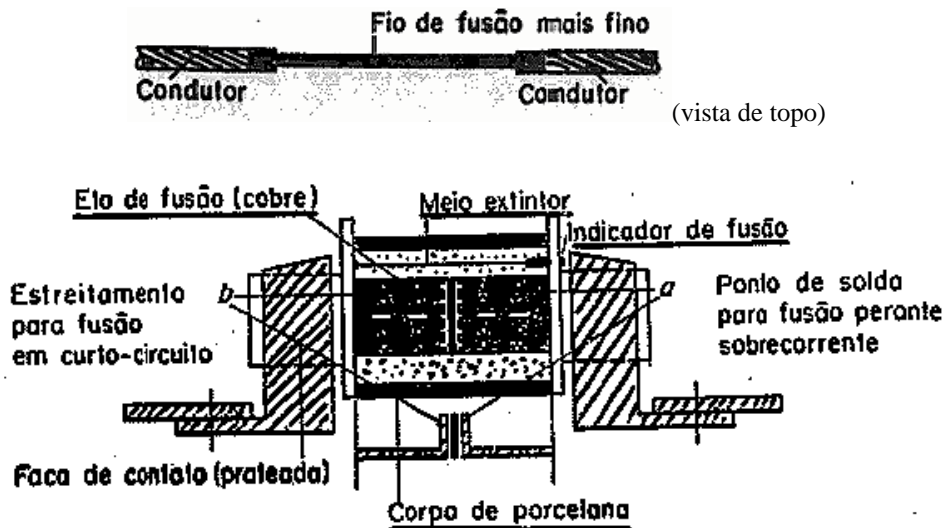


Figura 9.4 Fusível NH - em corte

Os fusíveis diazed e NH, geralmente, apresentam uma pequena haste sinalizadora que, por inspeção visual, permite a identificar se houve atuação e queima do fusível.

## 9.4 DISJUNTOR DE BAIXA TENSÃO

Em instalações de baixa tensão, entende-se por *disjuntor de BT*, ao dispositivo capaz de interromper um circuito, ao comando do operador ou automaticamente, quando percorrido por níveis de corrente superiores à sua corrente nominal, sem que dessa interrupção lhe advenha dano.

Os disjuntores de baixa tensão contem 2 sistemas de proteção:

- o primeiro, que opera para correntes de sobrecarga, é fundamentado na ação mecânica de lâminas bimetálicas, que dispostas em série com o circuito, se curvam quando a corrente que as atravessa supera a corrente nominal, fazendo com que o disjuntor desarme;
- o segundo opera apenas quando elevadas correntes de curto-circuito atravessam o dispositivo produzindo atração magnética, resultante do campo produzido por essa corrente passante, sobre placas ferromagnéticas dispostas em posições adequadas, fazendo com que o disjuntor desarme.

Assim, o dispositivo de ação térmica destina-se a interromper sobrecargas relativamente de pequena intensidade e longa duração, pois devido a inércia térmica das lâminas bimetálicas é dispendido um certo tempo para aquecer e atuar, enquanto que o dispositivo

magnético atua tão logo circule intensidade de corrente suficiente para atrair as placas ferromagnéticas. Note que o rearme do disjuntor depois da operação da proteção térmica só pode ser realizado depois do esfriamento das lâminas bimetálicas, que impedem o engate enquanto estiverem deformadas pela ação do aquecimento que motivou o desligamento.

Para aumentar a capacidade disruptiva do disjuntor há, em seu interior, uma câmara de extinção de arco que se presta a confinar, dividir e extinguir o arco elétrico formado entre os contatos do disjuntor imediatamente à abertura mecânica dos contatos.

Os componentes principais de um disjuntor podem ser visto na figura abaixo:

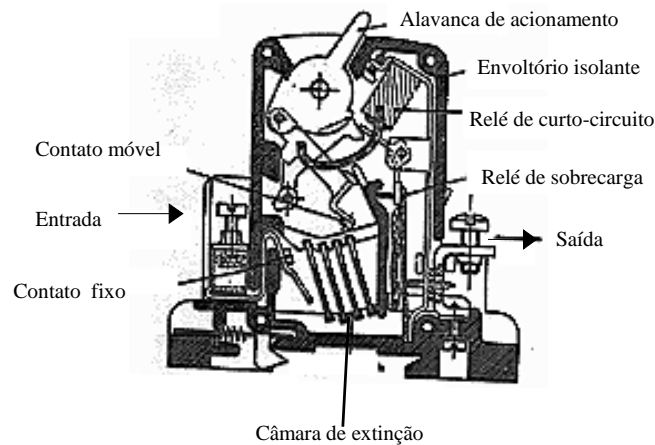


Figura 9.5 - Disjuntor de baixa tensão

A curva tempo-corrente de um disjuntor de baixa tensão apresenta após o trecho de característica inversa (quanto maior a corrente menor o tempo de atuação) uma forte inflexão para baixo indicando a operação do sistema de proteção magnético, conforme mostra a figura 9.6 :

É interessante notar que os disjuntores de BT que protegem os circuitos com motores apresentam, muitas vezes, características especiais em virtude das correntes muito elevadas durante a partida. Nessas aplicações o disjuntor não deve atuar durante a partida do motor, quando a corrente de partida pode atingir valores da ordem de 10 vezes a corrente nominal do motor.

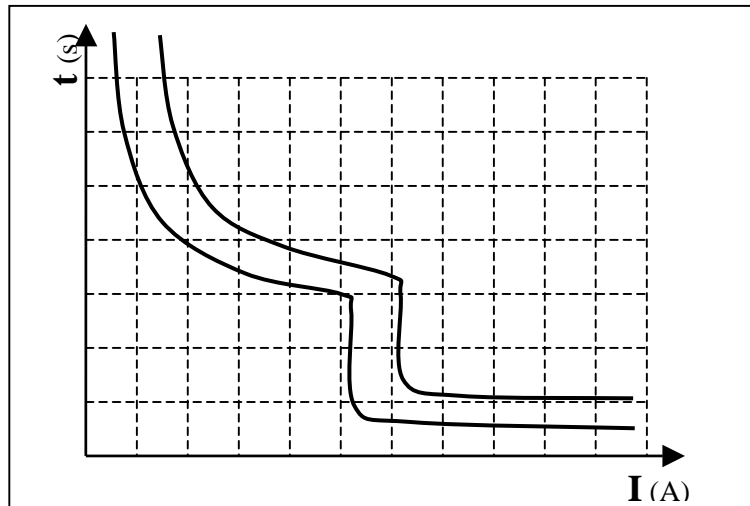


Figura 9.6 - Curva de atuação de um disjuntor

É interessante notar que os disjuntores de BT que protegem os circuitos com motores apresentam, muitas vezes, características especiais em virtude das correntes muito elevadas durante a partida. Nessas aplicações o disjuntor não deve atuar durante a partida do motor, quando a corrente de partida pode atingir valores da ordem de 10 vezes a corrente nominal do motor.

## 9.5 COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO

Usualmente os circuitos presentes nas instalações elétricas apresentam topologia arborescente, ou seja, de um barramento (fonte de energia) de um quadro de distribuição, partem vários circuitos radiais independentes, como ilustra a figura abaixo.

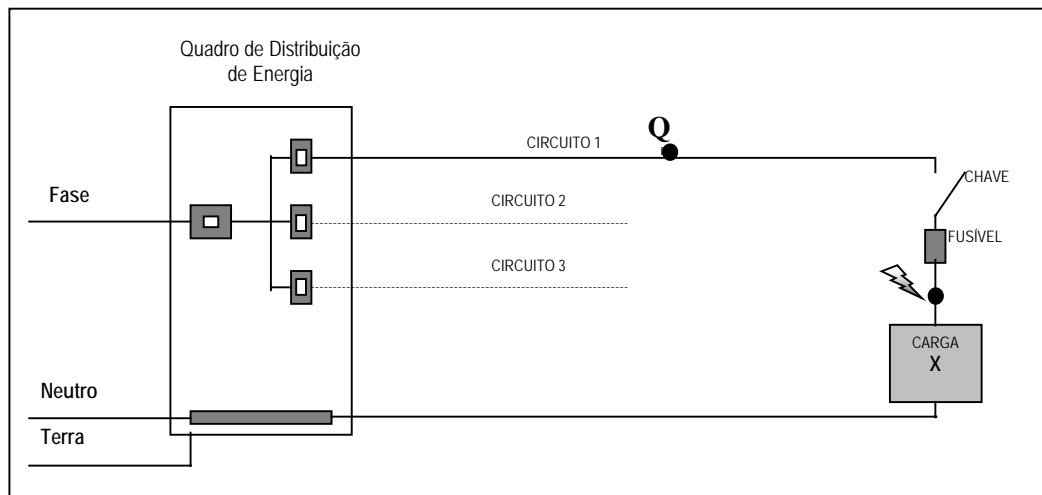


Figura 9.7 – Circuitos com as respectivas proteções

Observa-se nesse esquema que, no circuito de alimentação da carga X, há 3 componentes em série, (portanto percorridos pela mesma corrente de carga) a partir do quadro de alimentação:

- a) o disjuntor de BT;
- b) o condutor do circuito 1 e
- c) o fusível F

Se ocorrer um curto-circuito no ponto P junto à carga, a corrente de curto ( $I_{cc}$ ) percorrerá o disjuntor de BT, os condutores do circuito 1 entre o quadro e o ponto P e, o fusível F.

O disjuntor de BT e o fusível F apresentam curvas Tempo x Corrente específicas que determinam os tempos  $T_D$  e  $T_F$ , respectivamente, de abertura do disjuntor e de fusão do fusível, quando submetidos à corrente  $I_{cc}$ . Evidentemente, se  $T_D$  for menor que  $T_F$ , o disjuntor abrirá antes da fusão do fusível e se  $T_F$  for menor que  $T_D$  o fusível fundirá antes de abertura do disjuntor.

Por outro lado, o condutor também apresenta sua curva Tempo x Corrente, que indica o máximo período de tempo que o condutor pode suportar um determinado valor de corrente, sem que haja dano na isolação. Sendo  $T_C$  o máximo período de tempo que o condutor suporta a corrente  $I_{cc}$ , é necessário que  $T_C$  seja maior que  $T_F$  e  $T_D$ .

Assim, o problema de coordenação da proteção em circuito de instalação elétrica consiste em determinar as correntes nominais e as curvas tempo x corrente dos dispositivos de proteção em série, para que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) quando da ocorrência de curto circuito ou de sobrecarga, deve ser desligado o mínimo de cargas, preservando o suprimento das demais;



- b) a integridade física dos condutores e dos equipamentos deve ser preservada;
- c) a corrente indesejável de defeito (curto circuito ou sobrecarga) deve ser eliminada o mais rápido possível.

Retornando ao circuito apresentado anteriormente constata-se que as condições (a), (b) e (c) são respeitadas, se  $T_F < T_D < T_C$ , sendo que  $T_F$  deve ser o menor possível, ou seja, um curto circuito no ponto P deve provocar a fusão do fusível tão breve quanto possível, impedindo a abertura do disjuntor. O disjuntor desempenha o papel de “proteção de retaguarda”, atuando em caso de falha do fusível.

A Figura 9.8 ilustra esse caso.

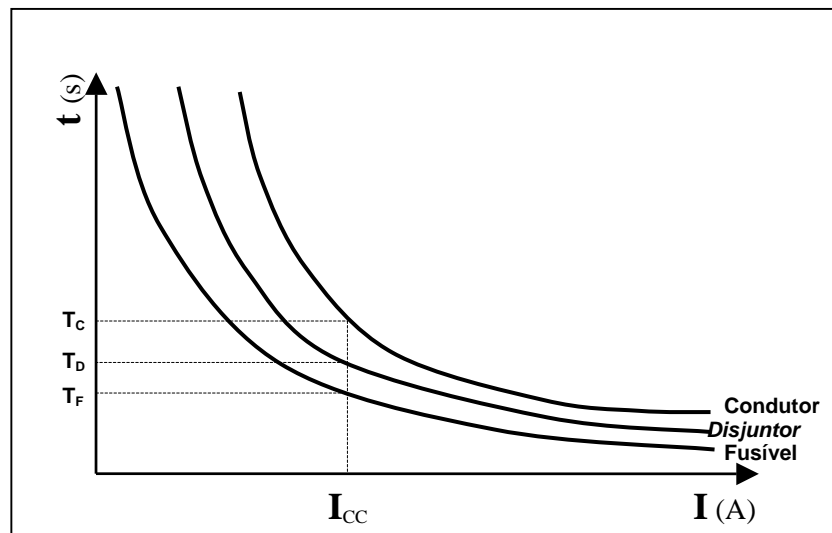


Figura 9.8 – Curvas Tempo x Corrente

Face à tolerância existente na precisão das curvas tempo x corrente de fusíveis e de disjuntores, a boa norma recomenda que sejam adotadas margens convenientes de segurança na seleção e especificação desses dispositivos.

Especial atenção deve ser dispensada à seletividade da atuação dos dispositivos de proteção diante das diversas situações operativas que possam ocorrer, resultando em diferentes níveis de sobrecargas e de correntes de curto-circuito. Por exemplo: se ocorrer um curto circuito no ponto Q, do circuito considerado, a corrente de defeito só percorrerá trecho à montante, sensibilizando apenas o disjuntor D.

