

**Engenharia de Controle e Automação**  
**Disciplina: Telecomunicações na Automação – 10º Período**  
**Professor: José Maurício S. Pinheiro**

**AULA 2: Ruído Elétrico**

**1. Introdução**

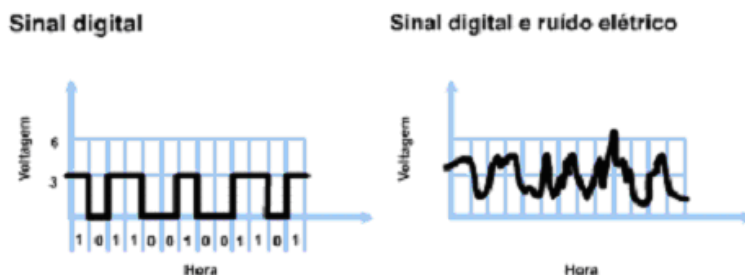
Os problemas que ocorrem no fornecimento da energia elétrica são as maiores causas de falhas nas redes de comunicação, quer sejam redes corporativas ou industriais e, em consequência, geram significativa perda de dados.

É possível minimizar os problemas decorrentes de falhas de energia elétrica através de cópias atualizadas das informações. Todavia essa medida não evita a perda dos arquivos de trabalho que estejam em uso ou abertos nos computadores da rede.

Embora os dispositivos de proteção elétrica como supressores de surtos e filtros possam ajudar a resolver os problemas gerados por picos e quedas de energia, eles não evitarão sua ocorrência. Uma queda de tensão na rede elétrica pode causar apenas uma leve oscilação na iluminação, entretanto, a mesma queda de energia pode ser devastadora para os dados e para o hardware de rede.

**2. Ruído Elétrico**

No interior das edificações o ruído da rede elétrica sempre está presente. Se não for encarado corretamente, esse ruído poderá causar problemas sérios para a rede de comunicação (Figura 1).



**Figura 1 – Sinal digital puro e sinal com presença de ruído elétrico**

O ruído elétrico, também conhecido como ruído na linha AC, vindo de um pequeno motor elétrico, ou mesmo de monitor de vídeo com defeito pode ser suficiente para gerar erros em uma rede local de computadores. Isto ocorre pela adição de voltagens indesejadas aos sinais de dados evitando que as portas lógicas detectem o início e o fim das transmissões de dados.

Outros efeitos incluem o travamento de outros dispositivos de rede, como impressoras, switches, a perda de dados, degradação do hardware, danos em

partes internas e paradas inevitáveis dos sistemas. Esses problemas podem ocorrer ainda com maior frequência quando a rede não possui um bom sistema de aterramento elétrico.

### 3. Problemas Elétricos Típicos

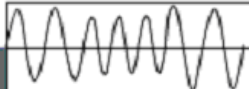
Um nível de energia indesejado que é enviado para um equipamento elétrico (chamado de carga), que utiliza essa energia é chamado de *distúrbio de energia*. Os distúrbios típicos de energia incluem sub tensões, sobretensões, surtos de tensão, quedas de energia, picos, oscilações e ruído elétrico.

#### 3.1. Subtensões e Sobretensões

Também conhecidas como quedas/aumentos de voltagem. Essas variações dos níveis de voltagem ocorrem por curto período de tempo. Trata-se de um tipo de problema muito comum, abrangendo mais de 85% de todos os tipos de problemas de energia elétrica que ocorrem regularmente. Normalmente as subtensões (mais comuns) são causadas pelas exigências de energia na inicialização de motores de alguns equipamentos elétricos tais como máquinas operatrizes, elevadores, motores elétricos, compressores, ar-condicionado, etc.

##### 3.1.1. Efeitos causados

Uma queda de voltagem pode drenar a energia que um computador necessita para funcionar e causar congelamentos do sistema, panes inesperadas resultando em perda de dados, arquivos corrompidos ou mesmo o dano ou comprometimento de uma determinada parte do hardware do computador (Figura 2).



Descrição	Declínio e aumento de voltagem
Duração	De milissegundos a alguns segundos.
Causa	- Inicialização ou desligamento de equipamentos - Curtos-circuitos (falhas) no dimensionamento da rede elétrica
Efeito	Perda de conteúdo da memória, erros de dados, desligamento do equipamento, falhas intermitentes levando a queima.
Solução possível	Reposicionar o equipamento em outro circuito elétrico, utilizar regulador de voltagem ou condicionador de energia.

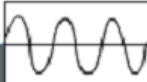
Figura 2 - Sobretensões e subtensões

## 3.2. Blackout

Perda total de energia, também conhecida como "apagão". Ele geralmente é causado por demanda excessiva de energia elétrica junto ao fornecedor, raios, tempestades, acidentes naturais ou não, etc.

### 3.2.1. Efeitos causados

Perda do trabalho que não foi armazenado (salvo) nos meios de armazenamento fixos do computador. Por exemplo, a tabela de alocação de arquivos pode ser perdida ocasionando a perda total dos dados e informações armazenadas no disco rígido (Figura 3).



Descrição	Perda total de energia acidental ou planejada em uma determinada área de fornecimento
Duração	Temporária (segundos, minutos, horas)
Causa	Falha de equipamento, clima, erro humano, acidentes por animais, veículos e outros.
Efeito	Desligamento do sistema
Solução possível	- Fonte de alimentação ininterrupta por UPS - fonte de alimentação ininterrupta por GMG

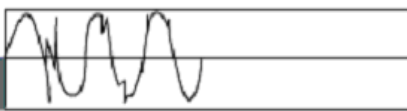
Figura 3 - Blackout

## 3.3. Pico de Tensão ou Transiente

Um pico de tensão (transiente de tensão) é um impulso que produz uma sobrecarga de voltagem na linha de alimentação (aumento de voltagem instantânea). Geralmente, os picos duram entre 0,5 e 100 microssegundos. Em outras palavras, quando ocorre um pico, isso significa que a sua linha de alimentação foi atingida momentaneamente por uma força de, no mínimo, 240V. É causado normalmente por um raio que cai próximo ao prédio ou pela própria companhia de energia elétrica, quando esta retorna com o fornecimento após interrupção de energia. Um pico de energia pode penetrar nos equipamentos a partir da linha de energia elétrica AC, conexões de rede, linhas seriais ou telefônicas e danificar ou destruir completamente seus componentes.

### 3.3.1. Efeitos causados

Danos aos equipamentos, perda de dados (Figura 4).



Descrição	Alteração brusca da voltagem em até milhares de volts (impulso de pico)
Duração	Microsegundos
Causa	Operações de chaveamento de equipamentos ou máquinas, elevadores, descargas elétricas e iluminação.
Efeito	Erros de processamento, perda de dados, hardware danificado
Solução possível	<ul style="list-style-type: none"> <li>- supressores de surtos (para transientes)</li> <li>- estabilizador de energia</li> <li>- Grupo Motor-Gerador (GMG)</li> </ul>

**Figura 4 - Transiente**


### 3.4. Surto de Tensão

Um surto de tensão é caracterizado por um aumento de voltagem acima de 110% da voltagem normal transportada por uma linha de alimentação. Geralmente, esses incidentes duram apenas pouco tempo (pelo menos 1/120 do segundo). Esse tipo de alteração de energia é responsável por quase todos os danos de hardware que acontecem nas redes de comunicação. Isso porque a maioria das fontes de alimentação dos dispositivos que funcionam em 120VCA foi construída para nunca lidar com tensões de 260VCA.

Os hubs e switches são especialmente vulneráveis a surtos elétricos por causa das portas de comunicação de baixa voltagem sensíveis a variações de tensão. Aparelhos de ar-condicionado, equipamentos elétricos e outros podem causar o surto. Quando o equipamento é desligado, a voltagem extra é dissipada pela linha de energia elétrica.

#### 3.4.1. Efeitos causados

Computadores e outros dispositivos eletrônicos são projetados para receber energia elétrica numa determinada faixa de voltagem. Níveis acima desta faixa podem estressar componentes mais delicados provocando falhas prematuras (Figura 5).



<b>Descrição</b>	Perda de energia muito curta, planejada ou acidental
<b>Duração</b>	De milissegundos até dois segundos
<b>Causa</b>	Operações de chaveamento na tentativa de isolar uma falha e manter o fornecimento de energia na área.
<b>Efeito</b>	Falha de equipamentos, perdas de dados, danos ao hardware
<b>Solução possível</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)</li> <li>- Grupo Motor-Gerador (GMG)</li> <li>- Fornecimento de energia alternativo</li> </ul>

**Figura 5 - Surto de tensão**

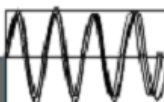
### 3.5. Oscilações

Oscilações, harmônicos ou ruídos, são conhecidos como Interferência Eletromagnética (EMI) e Interferência de Rádio Freqüência (RFI). O ruído elétrico quebra a suavidade da onda senoidal esperada para a energia elétrica. Podem ser causados por diversos fatores tais como raios, motores, equipamentos industriais, transmissores, podendo ser intermitentes ou constantes.

Uma causa comum dessa oscilação é uma extensão da rede elétrica excessivamente longa, criando um efeito de antena. A melhor forma de tratar do problema de oscilação é refazer a fiação. Apesar de parecer uma solução extrema e cara, provavelmente será a única forma confiável de se garantir conexões de energia e aterramento completamente limpas e diretas.

#### 3.5.1. Efeitos causados

Ruídos podem produzir erros em arquivos, dados e programas executáveis (Figura 6).



Descrição	Sinal elétrico indesejado de alta frequência gerado por um outro equipamento.
Duração	Esporádico
Causa	Causado pela interferência eletromagnética de aparelhos eletro-eletrônicos, que causam distorções harmônicas no sinal, devido a cargas não-lineares
Efeito	Interfere no funcionamento do equipamento, mas geralmente não é destrutivo. Pode causar erros de processamento e perda de dados em computadores e superaquecimento de motores, transformadores e cabeamento, devido a distorção harmônica.
Solução possível	- Encurtar lances de cabos de alimentação - Utilizar filtros de linha

**Figura 6 - Oscilações**

## 4. Aterramento Elétrico

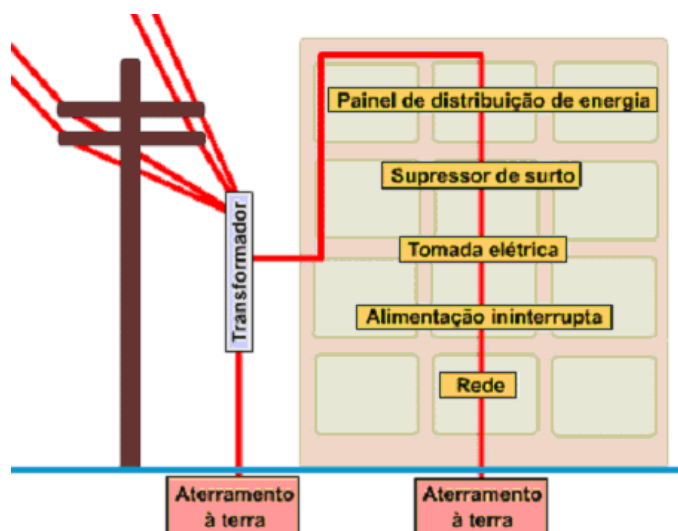
Todo equipamento eletrônico necessita de um sistema de proteção adequado. O aterramento da rede elétrica é um item que deve ser observado com extrema atenção, pois se trata de um item de segurança para a rede elétrica e, principalmente, segurança para seus usuários.

### 4.1. Aterramento físico

O aterramento físico consiste em interligar a carcaça metálica de um equipamento a um ponto de potencial de zero volt, ou seja, colocá-lo em contato com o solo, assumido este como referência para todas as partes metálicas dos equipamentos que possam vir a ter contato não previsto com energia elétrica.

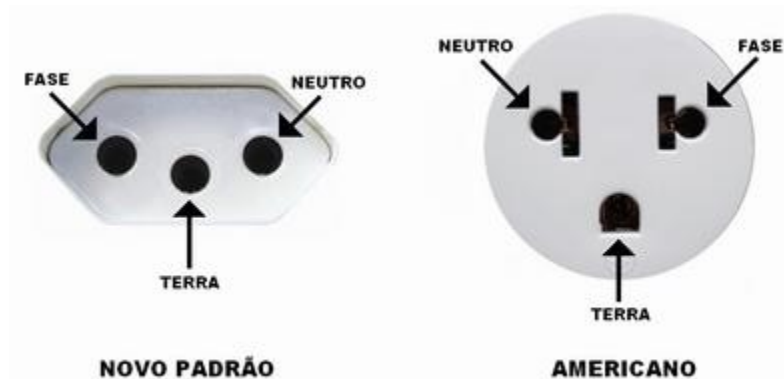
O aterramento físico é um item obrigatório nos projetos de redes de comunicação. Suas características e eficácia devem satisfazer às prescrições de segurança pessoal e funcional da instalação. O valor da resistência ôhmica deve atender às condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica.

O aterramento físico contribui para garantir a operação da rede e continuidade dos serviços, bem como aumentar a segurança das pessoas (Figura 7). A qualidade do aterramento é especificada através da resistência ôhmica entre o ponto aterrado e o solo propriamente dito, sendo medido através de equipamentos específicos como um terrômetro, por exemplo.



**Figura 7 - Ligação de aterramento físico**

Preferencialmente o aterramento deverá ser único para toda a rede elétrica instalada, de forma que a referência seja única, não permitindo diferenças de potencial entre dois pontos aterrados, o que poderia causar a geração de uma corrente indesejável que fatalmente iria prejudicar o funcionamento dos equipamentos. Para o perfeito aterramento e proteção dos dispositivos de redes de comunicação recomenda-se o uso de tomadas de três pinos (Figura 8):



**Figura 8 - Tomadas de 3 pinos – novo padrão brasileiro e antigo padrão americano**

Nesse tipo de tomada, os dois conectores superiores fornecem a energia (110V ou 220V). O conector inferior protege os usuários e os equipamentos contra os choques elétricos e curto-circuito. Esse conector é chamado de conector de terra de segurança. No equipamento elétrico em que isso é usado, o fio terra de segurança está conectado a todas as peças metálicas expostas dos equipamentos. As placas-mãe e os circuitos do equipamento de computação são eletricamente conectados ao "chassi". Isso também os conecta ao fio terra de segurança, que é usado para dissipar a eletricidade estática.

## 4.2. Finalidade do Aterramento de Segurança

A finalidade do aterramento de segurança é evitar que as estruturas metálicas expostas dos equipamentos eletrônicos se energizem com uma voltagem de risco para os usuários, o que pode ocorrer devido a uma falha interna do dispositivo.

## 5. Classificação dos problemas de energia

Temos normalmente três condutores em um cabo de alimentação elétrica e os problemas que ocorrem são rotulados conforme o(s) fio(s) específico(s) afetado(s). Se existir uma situação entre o fio energizado (vivo) e o neutro, isso é chamado de ruído de modo normal. Se uma situação envolver o fio neutro e o fio terra de segurança, isso é chamado de ruído de modo comum (Figura 9).

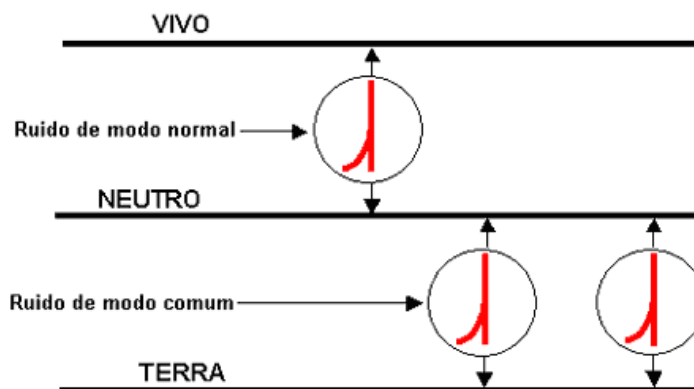


Figura 9 - Ruído de modo comum e modo normal

Os problemas do modo normal geralmente não proporcionam perigo, isso porque eles são normalmente interceptados pela fonte de alimentação do equipamento ou por um filtro de linha de alimentação AC.

Os problemas do modo comum, por outro lado, podem ir diretamente para o “chassi” de um computador sem algum tipo de filtro. Portanto, eles podem causar mais danos aos sinais de dados que os problemas do modo normal. Além disso, eles são mais difíceis de detectar.

## 6. Estabilizador de Tensão e Nobreak

### 6.1. Estabilizador de tensão

O estabilizador é utilizado com a finalidade de possibilitar uma tensão de saída sempre estável, protegendo os equipamentos de variações de tensão da rede elétrica. O estabilizador “regula” a tensão de entrada de maneira a evitar mudanças bruscas nos níveis elétricos (para mais ou para menos).

Os estabilizadores possuem um transformador com múltiplas saídas, sendo que cada saída apresenta um nível de tensão diferente. Um circuito eletrônico interno chamado de comparador de tensão seleciona um ponto de saída diferente



enquanto a tensão de entrada varia, mantendo a tensão de alimentação constante (Figura 10).

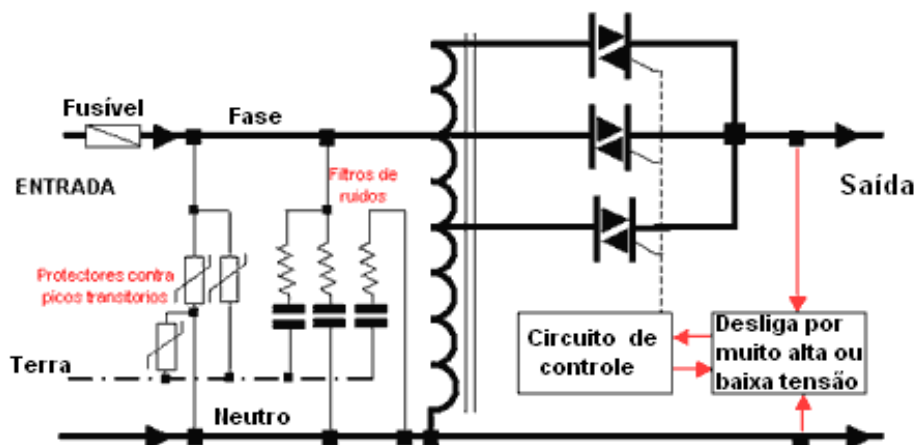


Figura 10 - Esquema de estabilizador eletrônico

## 6.2. Nobreak

O Nobreak ou UPS (*Uninterruptible Power Supply*) tem a finalidade de proteger e manter os equipamentos eletrônicos alimentados quando ocorrerem falhas na rede de distribuição elétrica. Assim, os usuários de redes de computadores podem salvar e fechar os arquivos e programas em utilização (o tempo de autonomia mais comum é de algo entre 10 e 15 minutos). Alguns tipos permitem que o uso por algumas horas ininterruptas sem energia elétrica (Figura 11).

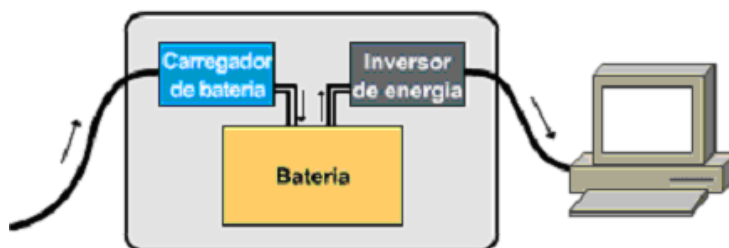


Figura 11 - Estrutura básica de um UPS

Um UPS consiste basicamente em baterias, um carregador de baterias e um inversor e retificador de energia. As funções de cada um são as seguintes:

- **Inversor e Retificador** - O Inversor é um circuito interno que transforma a tensão das baterias em tensão alternada, normalmente fornecida pela linha de alimentação, para os dispositivos de rede. Já o Retificador transforma a tensão alternada da rede elétrica em tensão contínua, com finalidade de alimentar o inversor;

- **Carregador de bateria** - projetado para manter as baterias em condição de pico durante os períodos em que o sistema da linha de alimentação estiver funcionando normalmente;
- **Bateria** - O UPS possui uma ou varias baterias, que são utilizadas quando um circuito eletrônico identifica a interrupção de energia e começa a alimentar automaticamente o equipamento. Esse circuito eletrônico executa duas funções através de uma Chave de Transferência interna ao UPS: ligar as cargas na corrente elétrica quando essa corrente estiver em condições satisfatórias e conectar o conjunto de baterias as cargas quando o fornecimento de energia elétrica for interrompido ou no caso de alguma anormalidade. Geralmente, quanto maior for a capacidade da bateria em um UPS, maior o período de tempo em que ela poderá suportar os dispositivos de rede durante faltas de energia.

### 6.2.1. Diferenças nos Recursos do UPS

Vários fabricantes desenvolveram sistemas UPS que diferem nas seguintes formas: a capacidade de armazenamento de energia das baterias, a capacidade de entrega de energia pelo inversor e o esquema operacional (se eles operam continuamente ou apenas quando a voltagem de entrada atingir um nível específico). Da mesma forma, quanto mais recursos um UPS tiver, mais caro ele será.

## 7. Cálculo do consumo de equipamentos

Os equipamentos eletroeletrônicos sempre apresentam uma indicação de seu consumo expresso em Watts ou em VA. Para o correto dimensionamento da rede elétrica, dos UPS e demais equipamentos é necessário conhecer o consumo total da rede. Agora, como proceder se alguns equipamentos possuem a indicação em Watts e outros em VA? Estas suas unidades são similares ou diferentes unidades de medida?

Watts e VA não são unidades similares. O valor em Watts sempre será menor que o valor correspondente em VA, devido ao “Fator de Potência”. O Fator de Potência é um número entre 0 e 1 que representa a fração da corrente que provê energia disponível para a carga. Apenas em filamentos incandescentes, como nas lâmpadas elétricas, o fator de potência é igual a 1 (um). Em outros equipamentos, nem toda a corrente disponível consegue ser utilizada e uma parte retorna ou é perdida na forma de calor. Para computadores, o Fator de Potência a ser utilizado deverá estar entre 0,6 e 0,7. Em outras palavras a potência em Watts para computadores é um valor entre 60% e 70% do valor em VA. Os computadores modernos usam capacitores na entrada de suas fontes de alimentação (fontes chaveadas), que por suas características de entrada exibem fator de potência entre 0,6 e 0,7, tendendo a 0,6 na maioria das vezes.

Novas tecnologias de fontes de alimentação (denominadas fontes chaveadas com fator de potência corrigido) permitem um fator de potência de 1 ou próximo a um. Um bom fator de potência a ser utilizado para computadores é o fator de 0,65. Por

exemplo, um UPS com capacidade de 1000VA será capaz de alimentar uma lâmpada de 1000 Watts, porém só terá a capacidade de alimentar um computador de consumo de 650Watts. Porque isto acontece? Simplesmente porque o fator de potência de uma lâmpada é de 1 (um) e do computador 0,65. O consumo poderá estar especificado em VA ou Watts. Para converter Watts em VA, divida o valor em Watts por 0,65  $\Rightarrow VA = Watts / 0,65$ . Assim, uma atenção especial deve existir na aquisição de um UPS ou estabilizador: equipamentos com fatores de potência baixos devem ser evitados.

De modo a ter certeza de estar comprando um equipamento apropriado para suas necessidades, verifique se as potências em VA e Watts estão indicadas na embalagem ou especificação do produto. Um UPS com indicação de 1000VA terá a capacidade de fornecer 650Watts em equipamento com fator de potência de 0,65 ou fornecer apenas 300Watts em equipamento com fator de potência de 0,3.

## **8. Outros Dispositivos de Proteção**

Diversos componentes são utilizados em técnicas de proteção elétrica. Dentre eles podemos citar: transformadores isoladores / neutralizadores, protetores a gás, indutores, centelhadores, MOV (Varistores de Óxido Metálico), diodos zener, diodos retificadores e diodos tranzorb's, tiristores, PTC's (Coeficiente Positivo de Temperatura), fusíveis térmicos, capacitores, etc. Esses componentes são usados isoladamente ou associados, a fim de permitir a proteção do sistema ou do equipamento contra surtos destrutivos.

Outros equipamentos largamente usados em redes de comunicação são o filtro de linha e os protetores de surtos. Cabe aqui um melhor detalhamento sobre sua aplicação em redes de computadores.

### **8.1. Filtro de Linha e Protetor de Surtos**

#### **8.1.1. Filtro de Linha**

O papel desse tipo de equipamento é filtrar ruídos da rede elétrica, especialmente os gerados por motores, tais como de condicionadores de ar, aquecedores, etc. O componente eletrônico do filtro responsável pela filtragem chama-se varistor, e está presente tanto nas fontes de alimentação dos equipamentos eletrônicos, quanto dentro dos estabilizadores de tensão.

Os filtros de linha aplicam-se basicamente para aumentar o número de tomadas disponíveis para ligar os equipamentos ao estabilizador. O importante é não confundir este dispositivo com as régua de tomadas de baixo custo encontradas no mercado.



**Figura 12 - Exemplo de filtro de linha**

### 8.1.2. Protetor de Surtos

Protegem os equipamentos contra surtos de tensão, picos de energia elétrica e ruído. Sua finalidade é filtrar ruídos da rede elétrica, especialmente os gerados por motores, tais como de condicionadores de ar, aquecedores etc. Os protetores de surto de tensão são normalmente montados em uma tomada de energia na parede, à qual um dispositivo de rede está conectado.



**Figura 13 - Exemplo de protetor de surtos**

Esse tipo de protetor possui um circuito eletrônico destinado a impedir que surtos e picos causem danos ao dispositivo de rede. O varistor é usado com frequência como esse tipo de protetor, sendo capaz de absorver correntes muito grandes sem danos, podendo reter os surtos de voltagem em um circuito de 120V até um nível de aproximadamente 330V, protegendo os dispositivos de rede ao

redirecionar as voltagens em excesso que ocorrem durante os transientes de tensão, para o aterramento da rede.

## **Conclusão**

Problemas como quedas de tensão, variações na energia e outros efeitos elétricos podem ser tratados através do uso de dispositivos de proteção como filtros, supressores de surto, nobreak etc. O número de dispositivos de proteção que devem ser instalados dependerá de fatores como orçamento, os tipos de serviço que a rede fornece, a frequência e a duração de falta de energia na região, quando elas ocorrerem. Para projetos de redes de comunicação é conveniente destinar para cada servidor da rede uma fonte de energia de reserva. Em redes de topologia em estrela estendida, onde dispositivos como bridges, switches e roteadores são usados, a reserva de energia deverá ser fornecida a eles também, para evitar falhas no sistema, bem como para todas as áreas de trabalho consideradas essenciais.