

Telecomunicações na Automação

Aula 2: Ruído Elétrico

Prof. José Maurício S. Pinheiro - 2016

OUTRAS AULAS EM:

www.projetoederedes.com.br

RUÍDO ELÉTRICO

Os problemas de energia elétrica são as maiores causas de defeitos no hardware das redes de comunicação e consequente perda de dados.

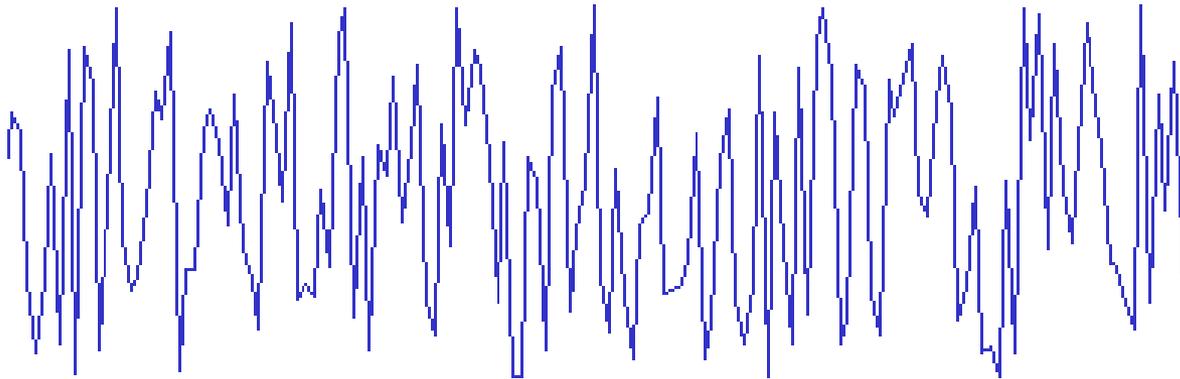
- **34% das quedas da rede são por alimentação ruim;**
- **99% dos problemas de alimentação são energia fraca ou apagões;**
- **Switches levam cerca de 90 segundos para retornar à operação após queda de energia em redes não redundantes;**
- **45% das perdas de dados são causadas por problemas de alimentação elétrica.**

RUÍDO ELÉTRICO

- **O ruído elétrico pode ser definido como um sinal indesejável que está sempre presente em sistemas de comunicação dificultando a recepção do sinal desejado.**
- **O estudo do ruído é uma parte importante em cada sistema, levando-se sempre em conta os seus efeitos, principalmente na performance do sistema de comunicações**

NATUREZA DO RUÍDO

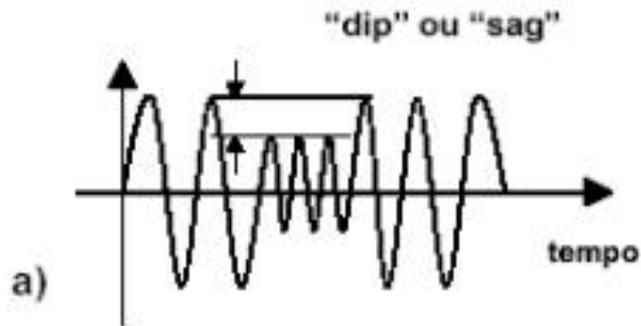
- Ruído e Interferência têm um papel similar nos sistemas de comunicação, porém eles não são similares em sua natureza.
- O ruído ocorre randomicamente enquanto que a interferência é encontrada usualmente de forma regular e periódica.



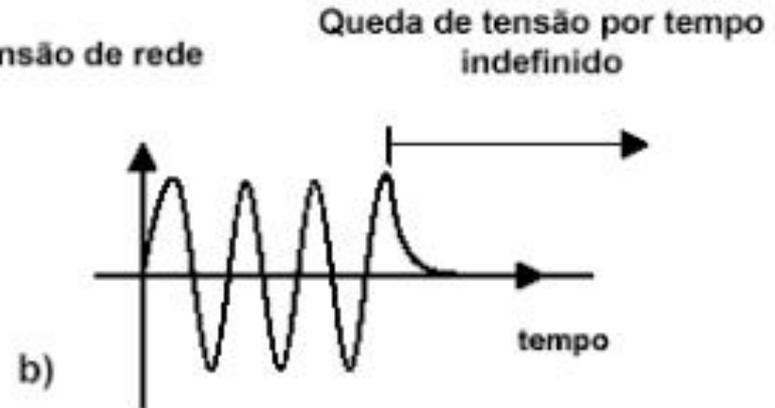
Forma de onda do ruído

NATUREZA DO RUÍDO

Tensão de rede



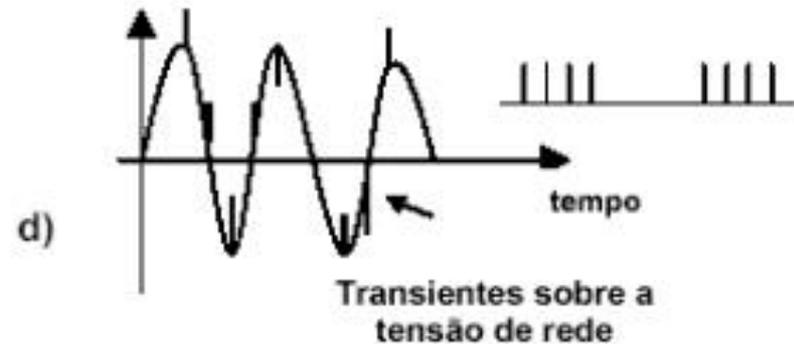
Tensão de rede



Tensão de rede



Tensão de rede



TIPOS DE RUÍDO

As fontes de ruído são classificadas em:

- **Ruído artificial - Originado principalmente de equipamentos elétricos, como comutadores de motores, sistemas de ignição, lâmpadas eletrônicas, etc.**
- **Ruído natural - Originado por meios naturais, como o ruído galáctico, descargas atmosféricas, etc.**

TIPOS DE RUÍDO

Ruído Gerado pelo Homem

- **Provocado de um modo geral por máquinas elétricas, ignição de motores, lâmpadas eletrônicas, arcos industriais, etc.**
- **O uso de blindagens, filtros ou escolha adequada do lugar de operação pode resolver ou mesmo minimizar o problema.**

TIPOS DE RUÍDO

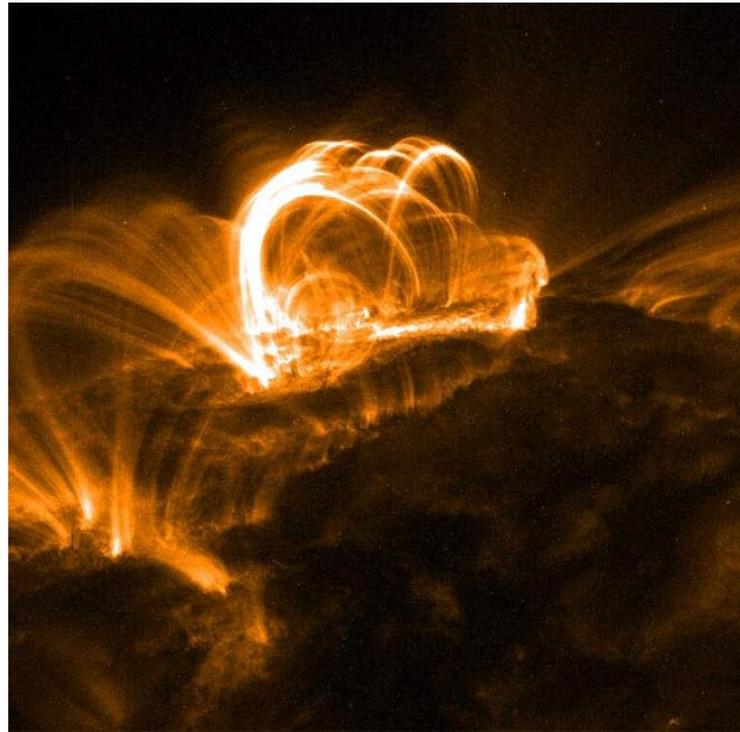
Ruído Atmosférico

- **É especialmente importante em climas tropicais. Grande parte deste ruído se origina de tempestades e descargas atmosféricas.**
- **Tem características aleatórias (estatísticas), isto é, alterna grandes períodos de quase ausência com períodos de grande intensidade.**
- **De grande importância para as comunicações, seu conhecimento é predominantemente experimental e mapas relativos à medida de sua intensidade são constantemente levantados.**

TIPOS DE RUÍDO

Ruído interestelar

- Ruído que baseado em resultados experimentais, provém da via Láctea.



TIPOS DE RUÍDO

RUÍDOS NÃO ALEATÓRIOS

Ruídos originados nos equipamentos; de um modo geral facilmente eliminável. Podem ser classificados como:

- **Zumbido:** Ruído induzido no circuito por falta de blindagem ou isolamento.
- **Microfonia:** Provocada pela realimentação de parte do sinal de saída para a entrada do equipamento.
- **Motor-boating:** Produzidos por deficiência de filtragem nas fontes de alimentação.

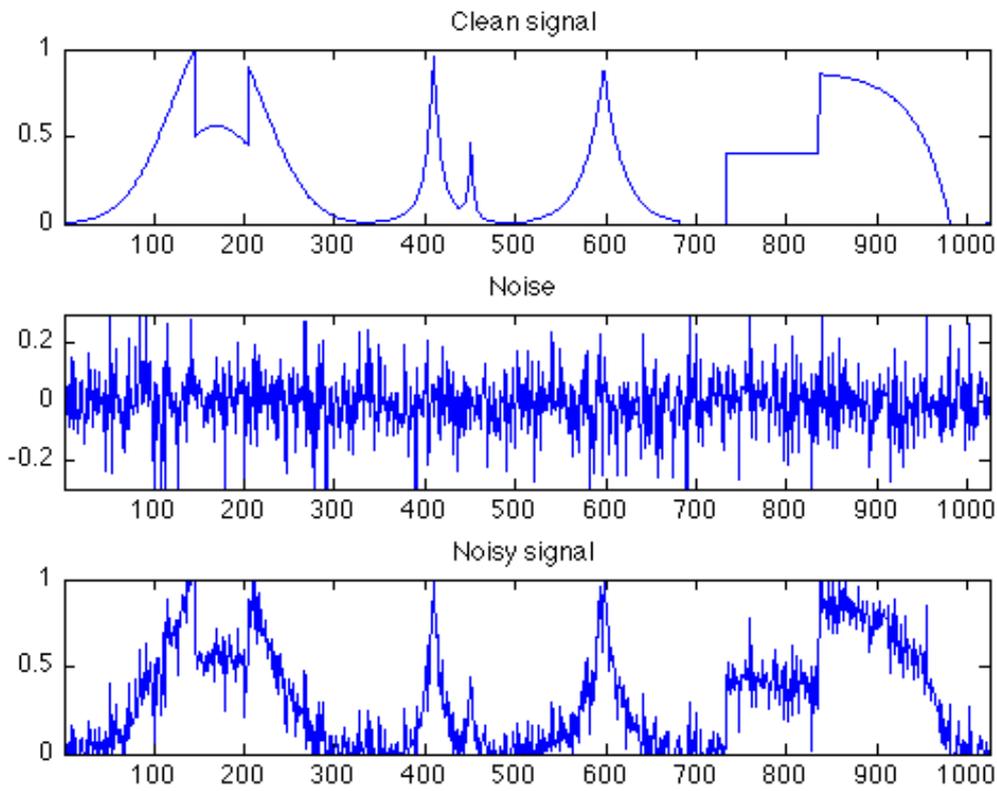
TIPOS DE RUÍDO

RUÍDO TÉRMICO OU RUÍDO BRANCO

- O ruído branco, também conhecido como ruído térmico, é provocado pela agitação dos elétrons no material.
- O nível do ruído branco é função da temperatura, sendo uniformemente distribuído em todas as frequências do espectro.
- Na prática, o ruído branco é mais danoso à comunicação de dados do que à de voz.

TIPOS DE RUÍDO

RUÍDO TÉRMICO OU RUÍDO BRANCO



TIPOS DE RUÍDO

RUÍDO TÉRMICO OU RUÍDO BRANCO

- O ruído térmico é predominante nos resistores e dispositivos semicondutores.
- Nyquist obteve através da teoria estatística da termodinâmica, uma expressão para este tipo de ruído, dada por:

$$V_r^2 = 4KTR / \Delta f$$

Onde:

V_r = Tensão de ruído

K = Constante de Boltzmann = $1.38 \cdot 10^{-23}$ Joule/°K

T = Temperatura Absoluta (°K) da Impedância

R = Valor ôhmico da parte real da impedância

Δf = Largura de banda

TIPOS DE RUÍDO

RUÍDO IMPULSIVO

- O ruído impulsivo é do tipo não contínuo, consistindo em pulsos irregulares de grandes amplitudes, sendo de difícil prevenção.
- A duração destes pulsos pode variar de alguns até centenas de milisegundos.
- É provocado por distúrbios elétricos externos ou por falhas em equipamentos (indução nos circuitos eletrônicos).

TIPOS DE RUÍDO

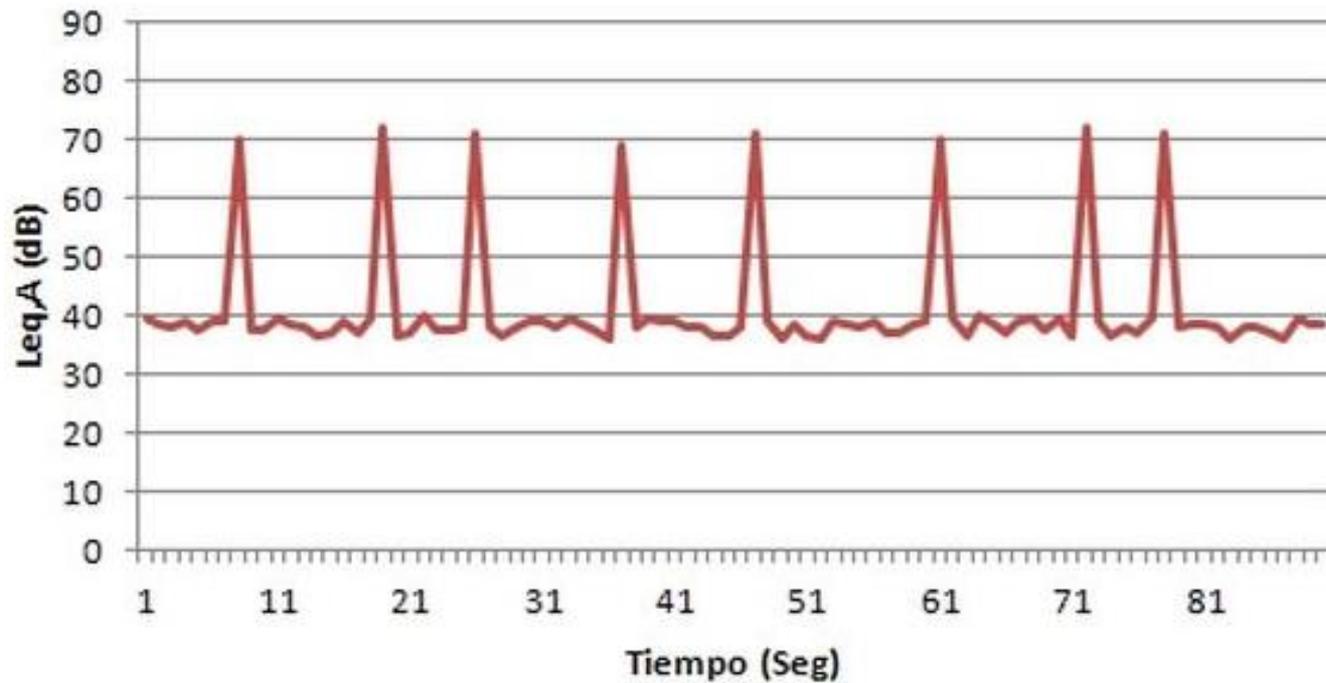
RUÍDO IMPULSIVO

- O ruído impulsivo é o causador da maior parte dos erros de transmissão em sistemas de comunicação. É altamente prejudicial para as transmissões de voz e dados.
- Sua medida se realiza pela contagem do número de vezes que, em um determinado período de tempo, os picos ultrapassem um nível pré-fixado.

TIPOS DE RUÍDO

RUÍDO IMPULSIVO

ESPECTRO DE RUIDO IMPULSIVO



RELAÇÃO SINAL/RUÍDO

- **Nas especificações dos sistemas de telecomunicações é usual se empregar o termo “relação sinal/ruído”.**
- **Para se calcular o valor da relação sinal ruído basta verificar o número de decibéis do sinal com relação ao ruído de referência.**

RELAÇÃO SINAL/RUÍDO

- A fim de se poder discutir e calcular o ruído de maneira concisa é necessário definir a relação entre o sinal e o ruído.

Onde:

S = Sinal

N = Ruído (Noise)

P = Potência

Z = Impedância da carga

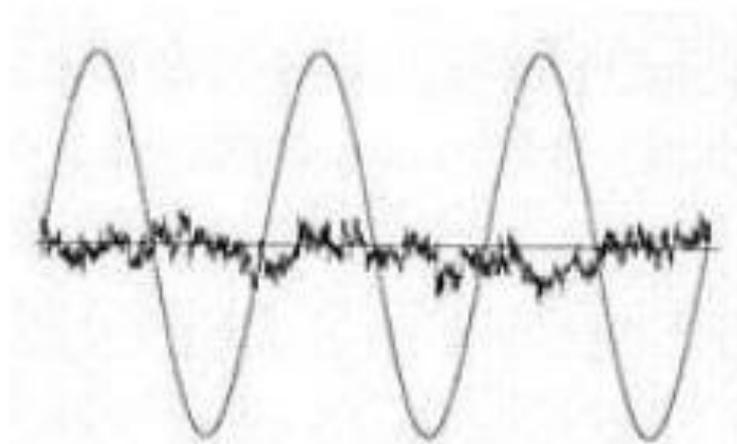
E = Tensão

$$\frac{S}{N} = \frac{P_S}{P_N} = \frac{E_S^2 / Z}{E_N^2 / Z} = \frac{E_S^2}{E_N^2}$$

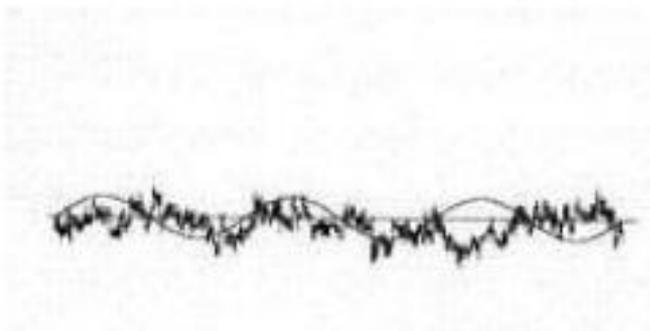
Passando esta relação para decibel temos:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{db} = 10 \log_{10} \frac{P_S}{P_N}$$

RELAÇÃO SINAL/RUÍDO



Sinal com boa relação sinal ruído

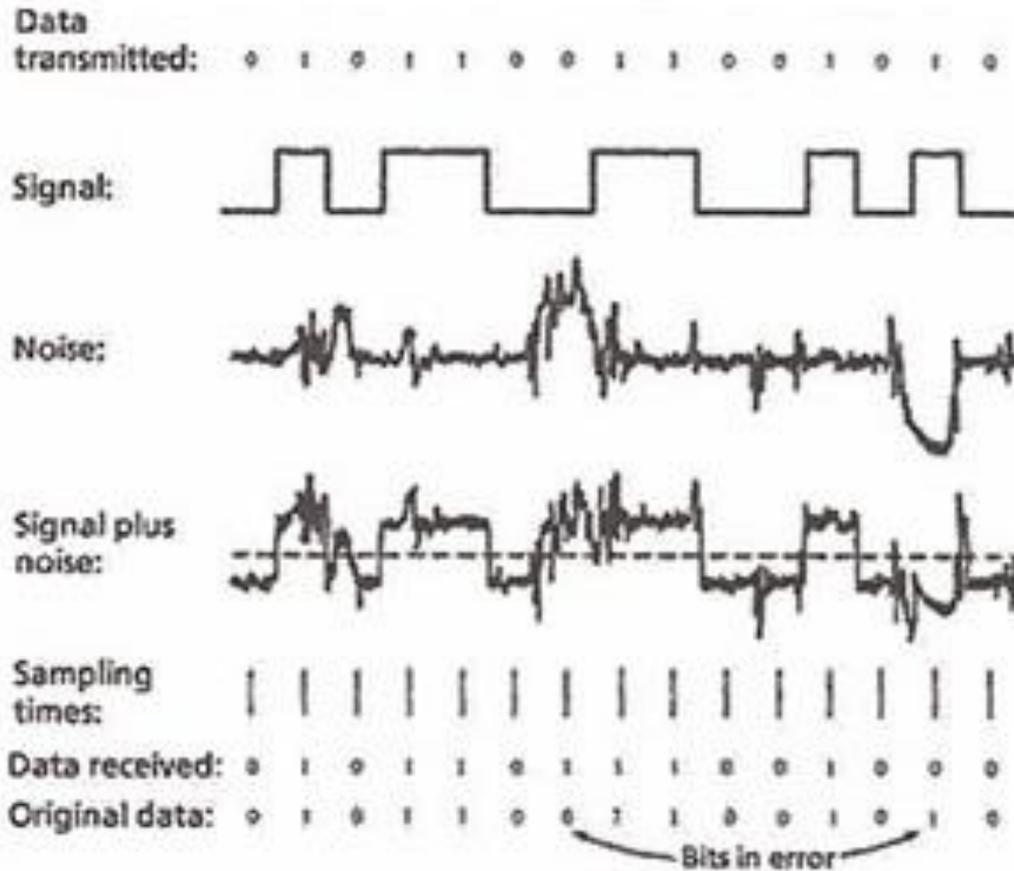


Sinal com baixa relação sinal ruído

FATOR DE RUÍDO

- **Considerando que todo o sistema introduz ruído, cada estágio percorrido pelo sinal implica em um aumento do nível de ruído.**
- **Um sistema linear ideal amplifica tanto o sinal como o ruído recebido em cada estágio.**
- **A relação sinal/ruído decresce continuamente ao longo do circuito, pois além do ruído já existente, cada estágio adiciona o seu próprio ruído.**

FATOR DE RUÍDO



FATOR DE RUÍDO

O fator de ruído é a relação existente entre o sinal/ruído na entrada e a relação sinal/ruído na saída

$$F = \frac{(S/N)_e}{(S/N)_s}$$

Esta expressão pode ser escrita em decibel como:

$$F(db) = 10 \log_{10} F$$

RUÍDOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

A Interferência Eletromagnética (EMI) é a energia eletromagnética que causa resposta indesejável a qualquer equipamento .

Pode ser gerada por:

- **Centelhamento nas escovas de motores**
- **Chaveamento de circuitos de potência, em acionamentos de cargas indutivas e resistivas**
- **Acionamentos de relés, chaves, disjuntores, lâmpadas fluorescentes, aquecedores.**
- **Ignições automotivas**
- **Descargas atmosféricas**
- **Equipamentos de RF, etc.**

RUÍDOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Os mais diversos problemas podem ser gerados pela EMI, por exemplo:

- **Podemos ter falhas na comunicação entre dispositivos de uma rede de equipamentos e/ou computadores**
- **Alarmes gerados sem explicação**
- **Atuação em relés que não seguem uma lógica e sem haver comando para isto**
- **Queima de componentes e circuitos eletrônicos, etc.**

É muito comum a presença de ruídos na alimentação pelo mau aterramento e blindagem, ou mesmo erro de projeto.

RUÍDOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

- **Controlar o ruído em sistemas de automação é vital, porque ele pode se tornar um problema sério mesmo nos melhores instrumentos e hardware de aquisição de dados e atuação.**
- **Qualquer ambiente industrial contém ruído elétrico em fontes, incluindo linhas de energia AC, sinais de rádio, máquinas e estações, etc.**
- **Inversores de frequências contêm circuitos de comutação que podem gerar interferência eletromagnética (EMI). Eles contêm amplificadores de alta energia de comutação que podem gerar EMI significativa nas frequências de 10 MHz a 300 MHz.**

RUÍDOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

- **A utilização de métodos de aterramento adequado, blindagem, fios trançados, filtros e amplificadores diferenciais podem controlar o ruído na maioria dos casos.**
- **De acordo com a IEC61158-2, aterrar significa estar permanentemente conectado ao terra através de uma impedância suficientemente baixa e com capacidade de condução suficiente para prevenir qualquer tensão que possa resultar em danos de equipamentos ou pessoas.**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

ATERRAMENTO

- **Aterrar ou ligar alguma parte de um sistema elétrico ou circuito para a terra garante segurança pessoal e, geralmente, melhora o funcionamento do circuito.**
- **Independente da finalidade, proteção ou funcional, o aterramento deve ser único em cada local da instalação.**
- **Existem situações onde os terras podem ser separados, porém precauções devem ser tomadas.**
- **Os sistemas de aterramento devem proporcionar segurança pessoal e para o equipamento**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

Funções básicas dos sistemas de aterramento:

- **Proporcionar segurança pessoal aos usuários;**
- **Proporcionar um caminho de baixa impedância para a terra (menor que 10Ω), proporcionando o desligamento automático pelos dispositivos de proteção de maneira rápida e segura;**
- **Estabilizar a tensão durante transitórios no sistema elétrico provocados por faltas para a terra;**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

Funções básicas dos sistemas de aterramento:

- **Escoar cargas estáticas acumuladas em estruturas, suportes e carcaças dos equipamentos em geral;**
- **Fornecer um sistema para que os equipamentos eletrônicos possam operar satisfatoriamente tanto em alta como em baixas frequências;**
- **Fornecer uma referência estável de tensão aos sinais e circuitos;**
- **Minimizar os efeitos de EMI (Emissão Eletromagnética).**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

Problemas operacionais podem ter origem no aterramento deficiente:

- **Falhas de comunicação;**
- **Drifts ou derivas, erros nas medições;**
- **Excesso de EMI gerado;**
- **Aquecimento anormal das etapas de potência (inversores, conversores etc.) e motorização;**
- **Em caso de computadores, travamentos constantes;**
- **Queima de componentes eletrônicos sem razão aparente, mesmo sendo em equipamentos novos e confiáveis;**
- **Intermitências.**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

- Um erro comum é o uso de terra de proteção como terra de sinal.
- É interessante o uso de malhas de aterramento, pois apresentam baixa impedância.
- Condutores comuns em altas frequências apresentam a desvantagem de terem alta impedância.
- Os loops de correntes devem ser evitados.
- O valor de terra deve ser menor do que 10Ω .

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

- **Recomenda-se que anualmente se tenha ações preventivas de manutenção**
- **Deve-se assegurar a qualidade de cada conexão em relação à robustez, confiabilidade e baixa impedância**
- **Deve-se garantir que não haja contaminação e corrosão**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

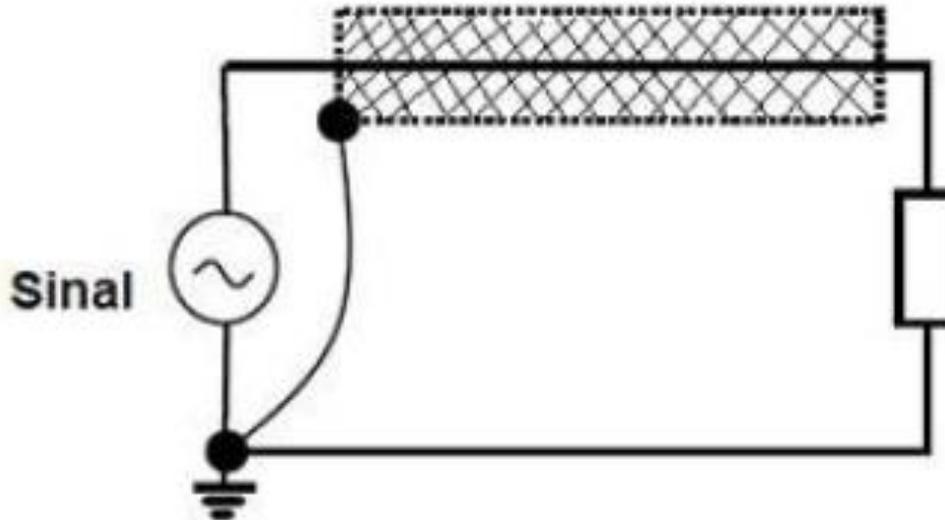
Em termos da indústria podemos identificar alguns tipos de terras:

- **“Terra sujo”:** São os que estão presentes nas instalações tipicamente envolvendo o 127VAC, 220VAC, 480VAC e que estão associadas a alto nível de comutação, tais como os comutadores, iluminação, distribuição de energia, etc., fontes geradoras de EMI. É comum que alimentação AC primária apresente picos, surtos, os chamados spikes e que degradam o terra AC.
- **“Terra limpo”:** São os que estão presentes em sistemas e circuitos DC, tipicamente 24VDC, alimentando PLC's, controladores e tendo sinais de aquisição e controle de dados, assim como redes digitais.
- **“Terra estrutural”:** São os aterramentos via estrutura e que forçam o sinal a 0V. Tipicamente tem a função de gaiola de Faraday agindo de proteção a raios.

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

BLINDAGEM

A blindagem (shield) deve ser conectada ao potencial de referência do sinal que está protegendo.



TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

Características básicas da blindagem:

- **A blindagem de cabos é usada para eliminar interferências por acoplamento capacitivo devidas a campos elétricos**
- **A blindagem só é eficiente quando estabelece um caminho de baixa impedância para o terra.**
- **Uma blindagem flutuante não protege contra interferências.**
- **A malha de blindagem deve ser conectada ao potencial de referência (terra) do circuito que está sendo blindado.**
- **Aterrar a blindagem em mais de um ponto pode ser problemático.**
- **Minimizar comprimento da ligação blindagem-referência, pois funciona como uma bobina.**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

- Preferencialmente, o *shield* deve ser aterrado em dois pontos, no início e final de barramento, desde que não haja diferença de potencial entre estes pontos, permitindo a existência e caminhos a corrente de *loop*.
- Na prática, quando esta diferença existe, recomenda-se aterrar *shield* somente em um ponto, ou seja, na fonte de alimentação ou na barreira de segurança intrínseca.

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

- Deve-se assegurar a continuidade da blindagem do cabo em mais do que 90% do comprimento total do cabo.
- O *shield* deve cobrir completamente os circuitos elétricos através dos conectores, acopladores, *splices* e caixas de distribuição e junção.
- Nunca se deve utilizar o *shield* como condutor de sinal.

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

- **Em áreas classificadas, se uma equalização de potencial entre a área segura e área perigosa não for possível, o shield deve ser conectado diretamente ao terra (Equipotencial Bonding System) somente no lado da área perigosa.**
- **Na área segura, o shield deve ser conectado através de um acoplamento capacitivo (capacitor preferencialmente cerâmico (dielétrico sólido), $C \leq 10\text{nF}$, tensão de isolamento $\geq 1.5\text{kV}$).**

TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE RUÍDOS

Detalhe de Cabeamento em Áreas Distintas com Potenciais de Terras Equalizados.

