BLINDAGEM

INTRODUÇÃO

A convivência de equipamentos em diversas tecnologias diferentes somada à inadequação das instalações facilita a emissão de energia eletromagnética e com isto é comum que se tenha problemas de compatibilidade eletromagnética.

A EMI é a energia que causa resposta indesejável a qualquer equipamento e que 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 e mesmo as descargas eletrostáticas entre pessoas e equipamentos, aparelhos de microondas, equipamentos de comunicação móvel, etc. Tudo isto pode provocar alterações causando sobretensão, subtensão, picos, transientes, etc. e que em uma rede de comunicação pode ter seus impactos. Isto é muito comum nas indústrias e fábricas, onde a EMI é muito frequente em função do maior uso de máquinas (máquinas de soldas, por exemplo) e motores (CCMs) e em redes digitais e de computadores próximas a essas áreas.

O maior problema causado pela EMI são as situações esporádicas e que degradam aos poucos os equipamentos e seus componentes. Os mais diversos problemas podem ser gerados pela EMI, por exemplo, em equipamentos eletrônicos, 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 e, 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.

A topologia e a distribuição do cabeamento, os tipos de cabos, as técnicas de proteções são fatores que devem ser considerados para a minimização dos efeitos de EMI. Lembrar que em altas frequências, os cabos se comportam como um sistema de transmissão com linhas cruzadas e confusas, refletindo energia e espalhando-a de um circuito a outro. Mantenha em boas condições as conexões. Conectores inativos por muito tempo podem desenvolver resistência ou se tornar detectores de RF.

Um exemplo típico de como a EMI pode afetar o comportamento de um componente eletrônico, é um capacitor que fique sujeito a um pico de tensão maior que sua tensão nominal especificada, com isto pode-se ter a degradação do dielétrico (a espessura do dielétrico é limitada pela tensão de operação do capacitor, que pode produzir um gradiente de potencial inferior à rigidez dielétrica do material), causando um mau funcionamento e em alguns casos a própria queima do capacitor. Ou ainda, podemos ter a alteração de correntes de polarização de transistores levando-os a saturação ou corte, ou dependendo da intensidade a queima de componentes por efeito joule.

Em medições:

- Não aja com negligência (omissão irresponsável), imprudência (ação irresponsável) ou imperícia (questões técnicas)
- Lembre-se: cada planta e sistema têm os seus detalhes de segurança. Informe-se deles antes de iniciar seu trabalho.
- Sempre que possível, consulte as regulamentações físicas, assim como as práticas de segurança de cada área.
- É necessário agir com segurança nas medições, evitando contatos com terminais e fiação, pois a alta tensão pode estar presente e causar choque elétrico.

Para minimizar o risco de problemas potenciais relacionados à segurança, é preciso seguir as normas de segurança e de áreas classificadas locais aplicáveis que regulam a instalação e operação dos equipamentos. Estas normas variam de área para área e estão em constante atualização. É responsabilidade do usuário determinar quais normas devem ser seguidas em suas aplicações e garantir que a instalação de cada equipamento esteja de acordo com as mesmas.

Uma instalação inadequada ou o uso de um equipamento em aplicações não recomendadas podem prejudicar a performance de um sistema e consequentemente a do processo, além de representar uma fonte de perigo e acidentes. Devido a isto, recomenda-se utilizar somente profissionais treinados e qualificados para instalação, operação e manutenção.

Muitas vezes a confiabilidade de um sistema de controle é frequentemente colocada em risco devido às suas más instalações. Comumente, os usuários fazem vistas grossas e em análises mais criteriosas, descobre-se problemas com as instalações, envolvendo cabos e suas rotas e acondicionamentos, blindagens e aterramentos.

É de extrema importância que haja a conscientização de todos os envolvidos e mais do que isto, o comprometimento com a confiabilidade e segurança operacional e pessoal em uma planta.

Este artigo provê informações e dicas sobre aterramento e vale sempre a pena lembrar que as regulamentações locais, em caso de dúvida, prevalecem sempre.

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.
Felizmente, dispositivos e técnicas simples, tais como, a utilização de métodos de aterramento adequado, blindagem, fios trançados, os métodos média de sinais, filtros e amplificadores diferenciais podem controlar o ruído na maioria das medições.

Os 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. Certamente existe potencial de que este ruído de comutação possa gerar intermitências em equipamentos em suas proximidades. Enquanto a maioria dos fabricantes toma os devidos cuidados em termos de projetos para minimizar este efeito, a imunidade completa não é possível. Algumas técnicas então de layout, fiação, aterramento e blindagem contribuem significativamente nesta minimização.

A redução da EMI irá minimizar os custos iniciais e futuros problemas de funcionamento em qualquer sistema.

Veremos neste artigo, como a blindagem adequada pode minimizar o efeito de ruídos. Trataremos de ruídos por acoplamento capacitivo.

ACOPLAMENTO CAPACITIVO

Se o ruído resulta de um campo elétrico, a atuação do shield (blindagem) é eficaz, pois Q2 não existirá dentro de um invólucro fechado e aterrado.

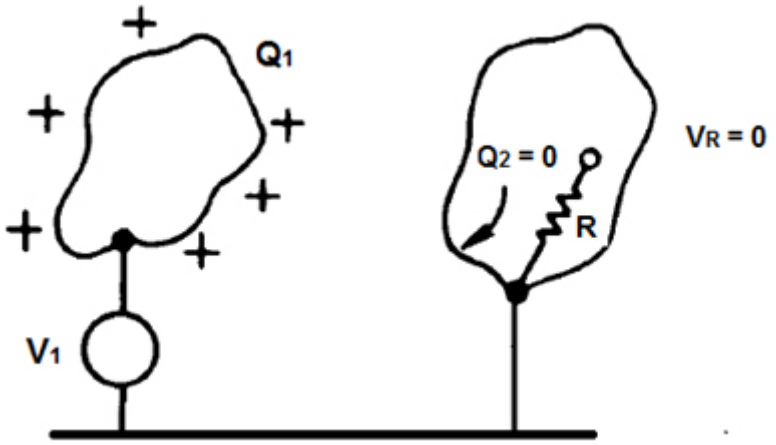


Figura 1 – A Carga Q1 não pode criar cargas em um invólucro metálico fechado e aterrado

Um acoplamento por campo elétrico é modelado como uma capacitância entre os dois circuitos, vide figura 2. A figura 3 mostra o modelo físico.

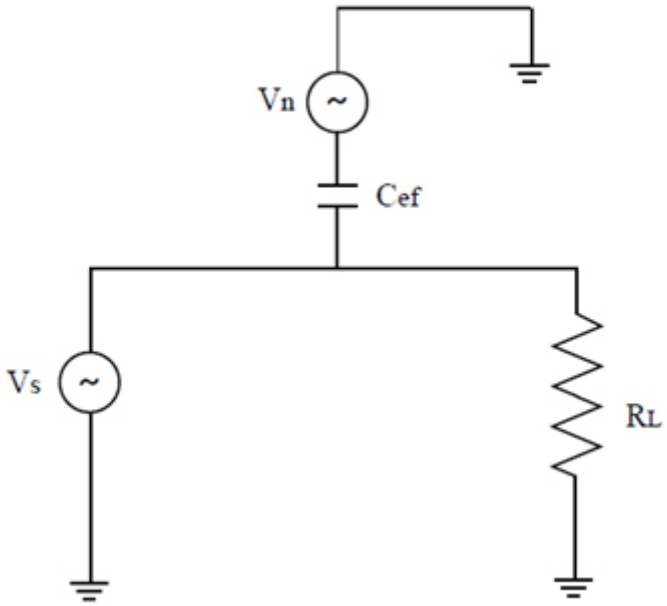


Figura 2 – Circuito equivalente do acoplamento capacitivo

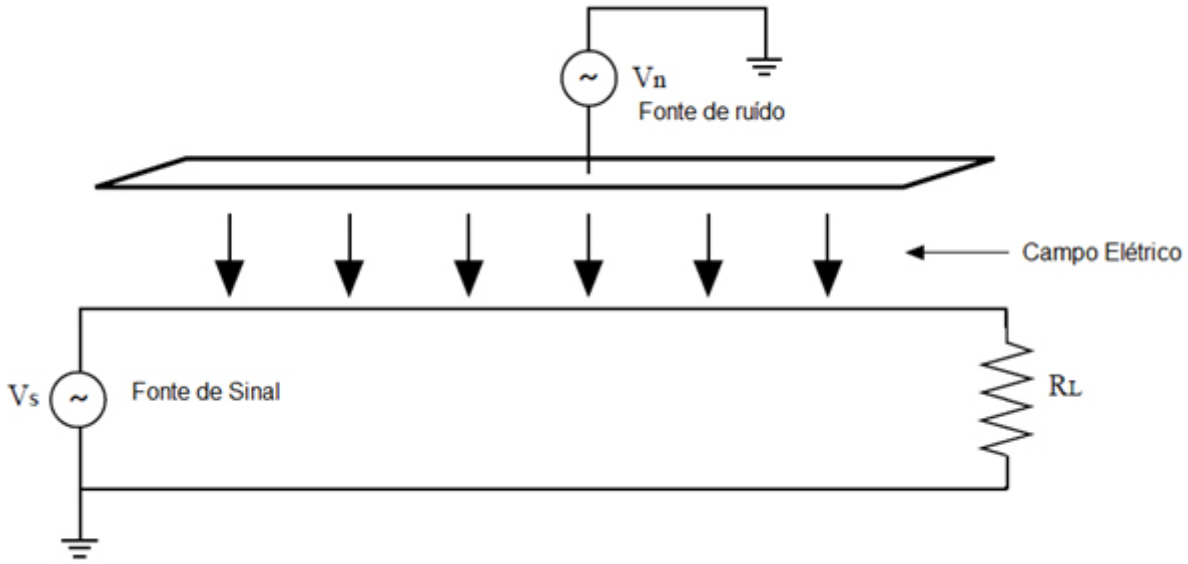


Figura 3 – Representação física do acoplamento capacitivo

A capacitância equivalente, Cef, é diretamente proporcional a área de atuação do campo elétrico e inversamente proporcional à distância entre os dois circuitos. Assim, aumentando-se a separação ou minimizando a área, a influência de Cef será minimizada e, consequentemente, o acoplamento capacitivo afetará menos o sinal. É o efeito de capacitância entre dois corpos com cargas elétricas, separadas por um dielétrico, o que chamamos de efeito da capacitância mútua.

O nível de acoplamento capacitivo é diretamente proporcional à frequência e amplitude do sinal de ruído.

O efeito do campo elétrico é proporcional à frequência e inversamente proporcional à distância.

O nível de perturbação depende das variações da tensão (dv/dt) e o valor da capacitância de acoplamento entre o “cabo perturbador” e o “cabo vítima”.

A capacitância de acoplamento aumenta com:

- O inverso da frequência: O potencial para acoplamento capacitivo aumenta de acordo com o aumento da frequência (a reatância capacitiva, que pode ser considerada como a resistência do acoplamento capacitivo, diminui de acordo com a frequência, e pode ser vista na fórmula: XC = 1/2fC).
- A distância entre os cabos perturbadores e vítima e o comprimento dos cabos que correm em paralelo.
- A altura dos cabos com relação ao plano de referência (em relação ao solo).
- A impedância de entrada do circuito vítima (circuitos de alta impedância de entrada são mais vulneráveis).
- O isolamento do cabo vítima (r do isolamento do cabo), principalmente para pares de cabos fortemente acoplados.

A influência pode ser minimizada usando-se adequadamente o shield que atuará como uma blindagem (gaiola de Faraday). A blindagem deve ser colocada entre os condutores capacitivamente acoplados e ligada à terra apenas em um ponto, no lado da fonte de sinal. Vide figura 5. A figura 4 mostra uma condição inadequada, onde se tem a corrente de loop circulando pelo shield.

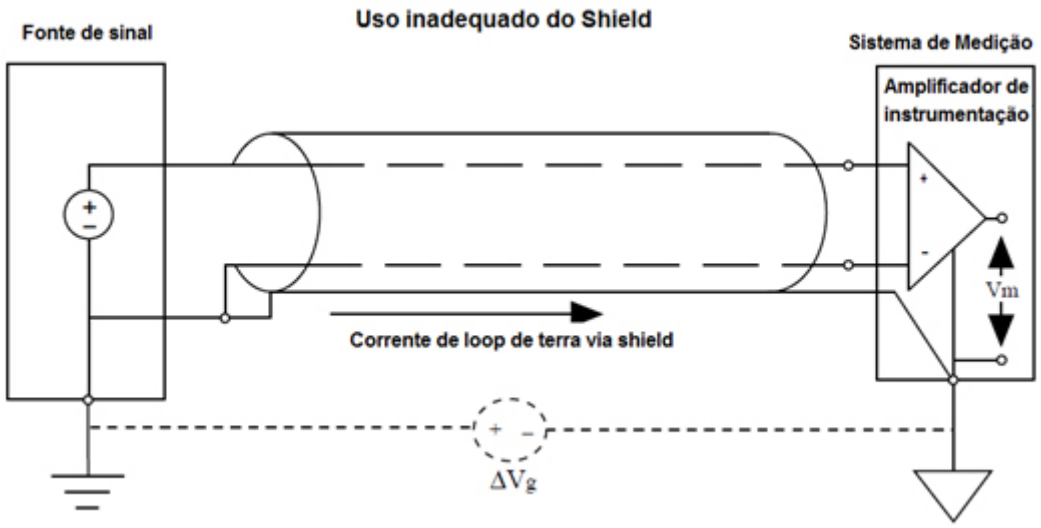


Figura 4 – Uso inadequado do shield, aterrado em mais de um ponto.

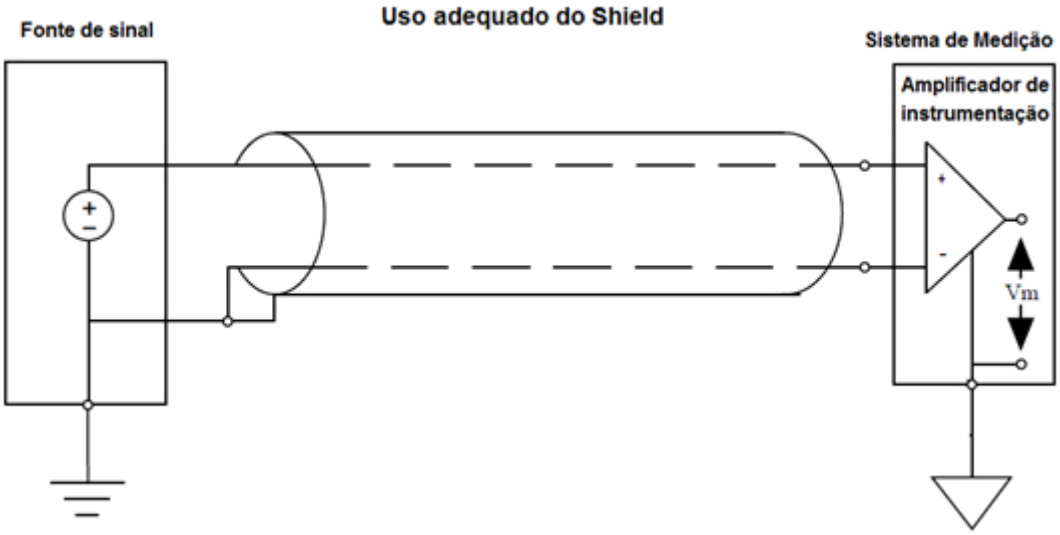


Figura 5 – Uso inadequado do shield, aterrado em um único ponto.

Medidas para reduzir o efeito do acoplamento capacitivo:

- Limite o comprimento de cabos correndo em paralelo
- Aumente a distância entre o cabo perturbador e o cabo vítima
- Aterre uma das extremidades dos shields nos dois cabos
- Reduza o dv/dt do sinal perturbador, aumentando o tempo de subida do sinal, sempre que possível (baixando a frequência do sinal)

Envolva sempre que possível o condutor ou equipamento com material metálico (blindagem de Faraday). O ideal é que cubra cem por cento da parte a ser protegida e que se aterre esta blindagem para que a capacitância parasita entre o condutor e a blindagem não atue como elemento de realimentação ou de crosstalk. A figura 6 mostra a interferência entre cabos, onde o acoplamento capacitivo entre cabos induz transiente (pickups eletrostáticos) de tensão. Nesta situação a corrente de interferência é drenada ao terra pelo

shield, sem afetar os níveis de sinais.

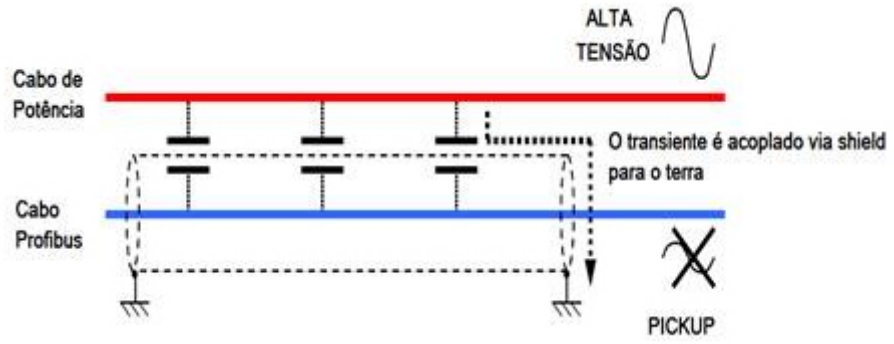


Image not found or type unknown

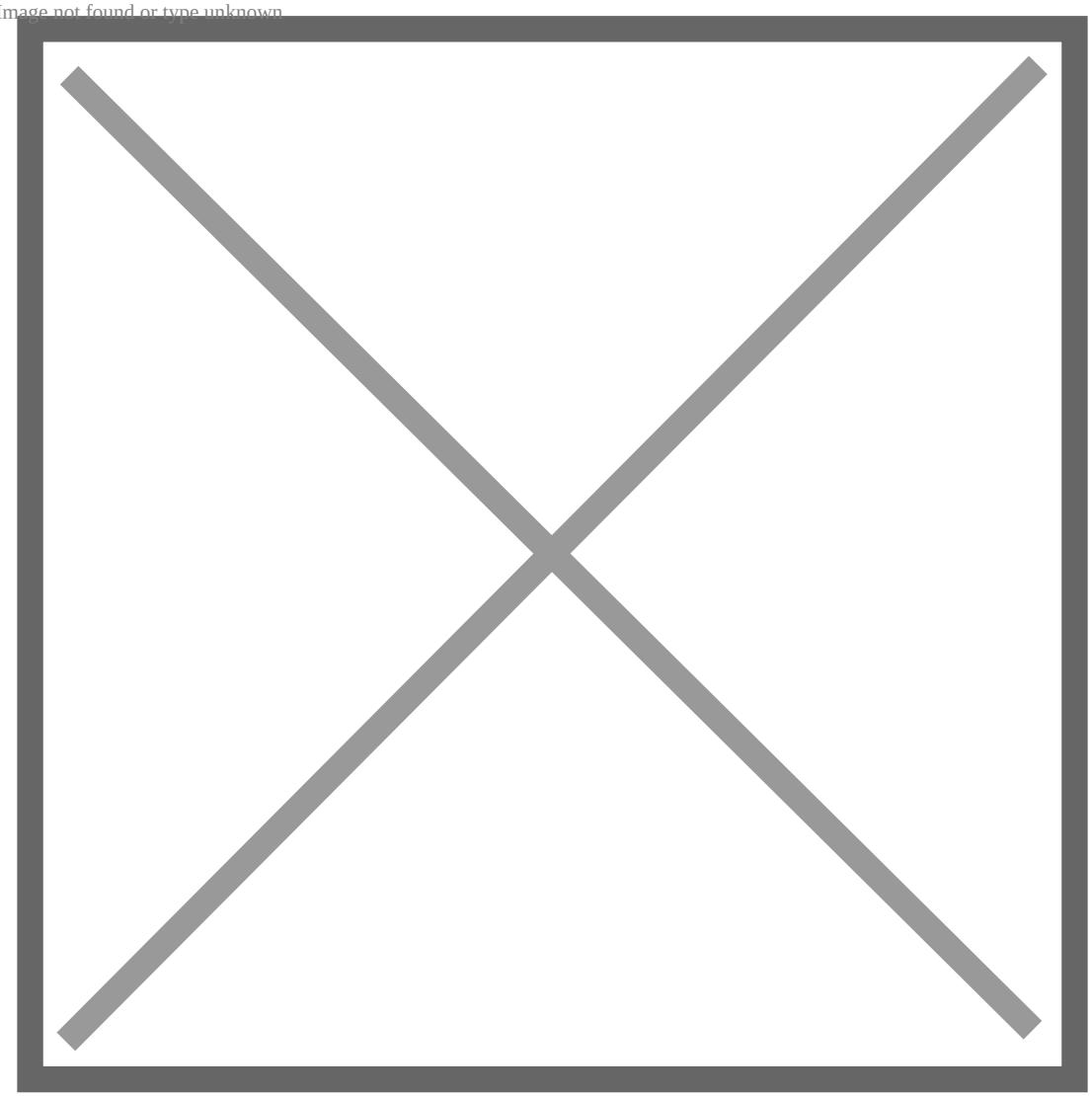


Figura 6 – Interferência entre cabos: o acoplamento capacitivo entre cabos induz transiente (pickups eletrostáticos) de tensão.

A figura 7 mostra exemplo de proteção contra transientes.

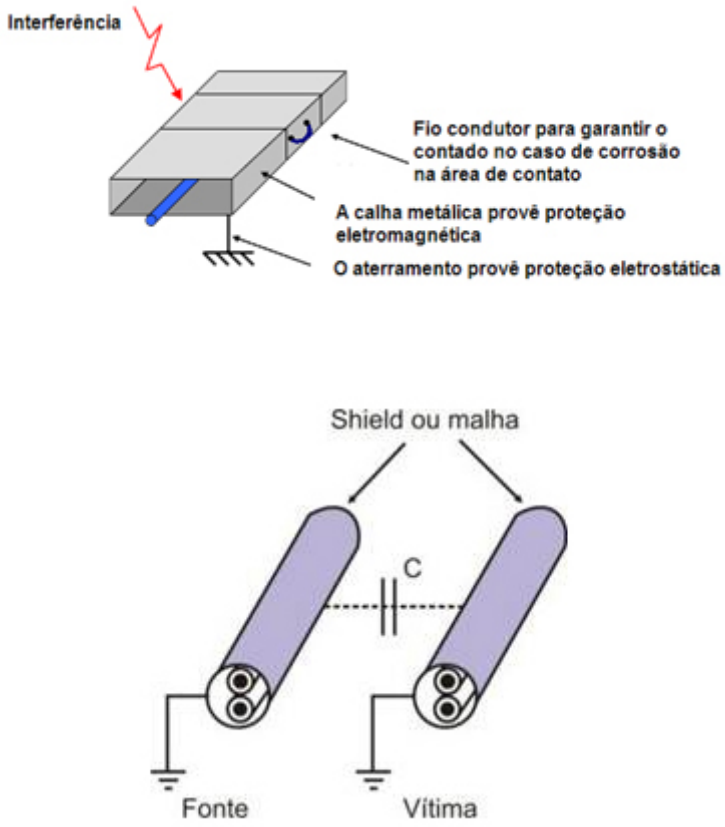
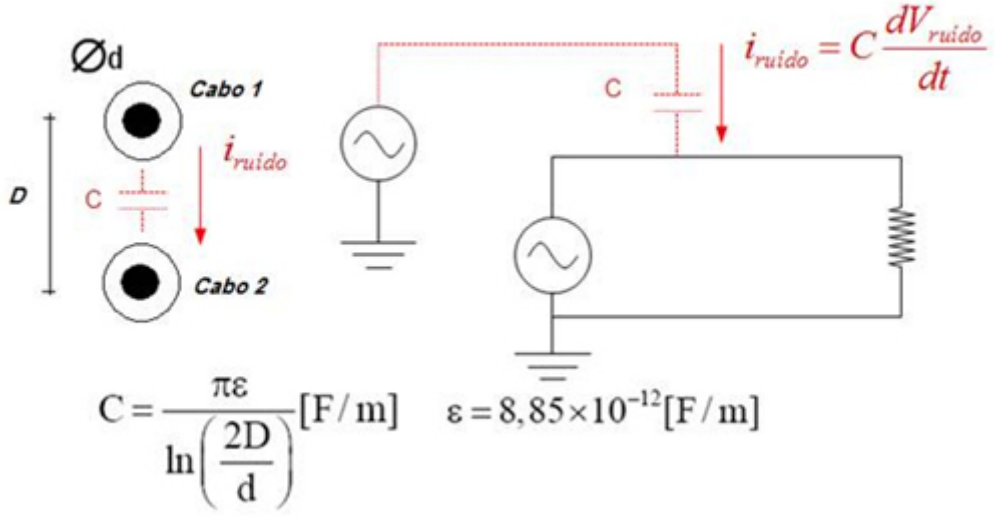


Figura 7 - Exemplo de proteção contra transientes (melhor solução para minimizar a corrente de Foucault).

Interferências eletrostáticas podem ser reduzidas:

- Aterramento e blindagens adequadas
- Isolação Ótica
- Pelo uso de canaletas e bandejamentos metálicos aterrados

A figura 8 mostra a capacitância de acoplamento entre dois condutores separados por uma distância D.



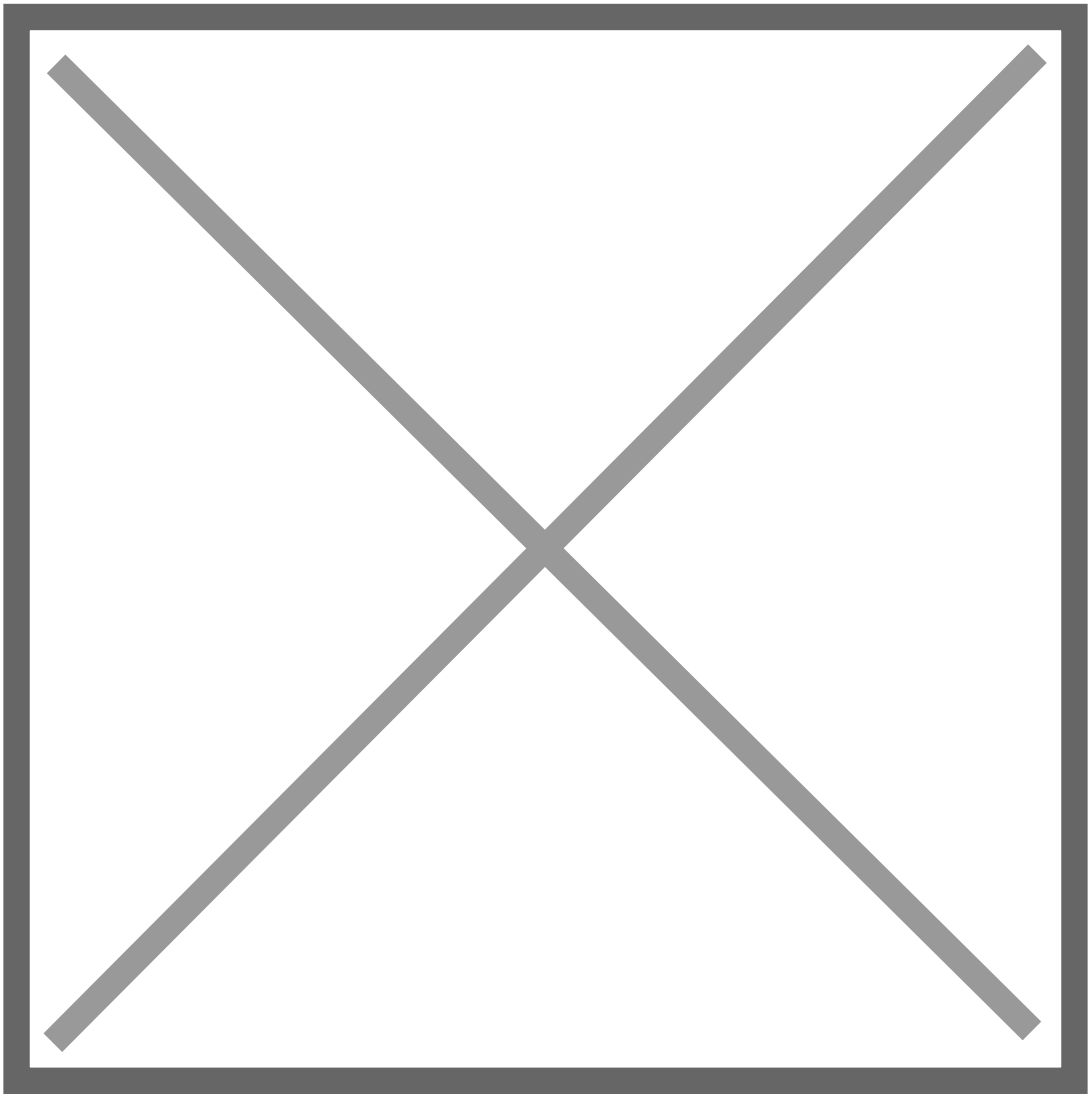


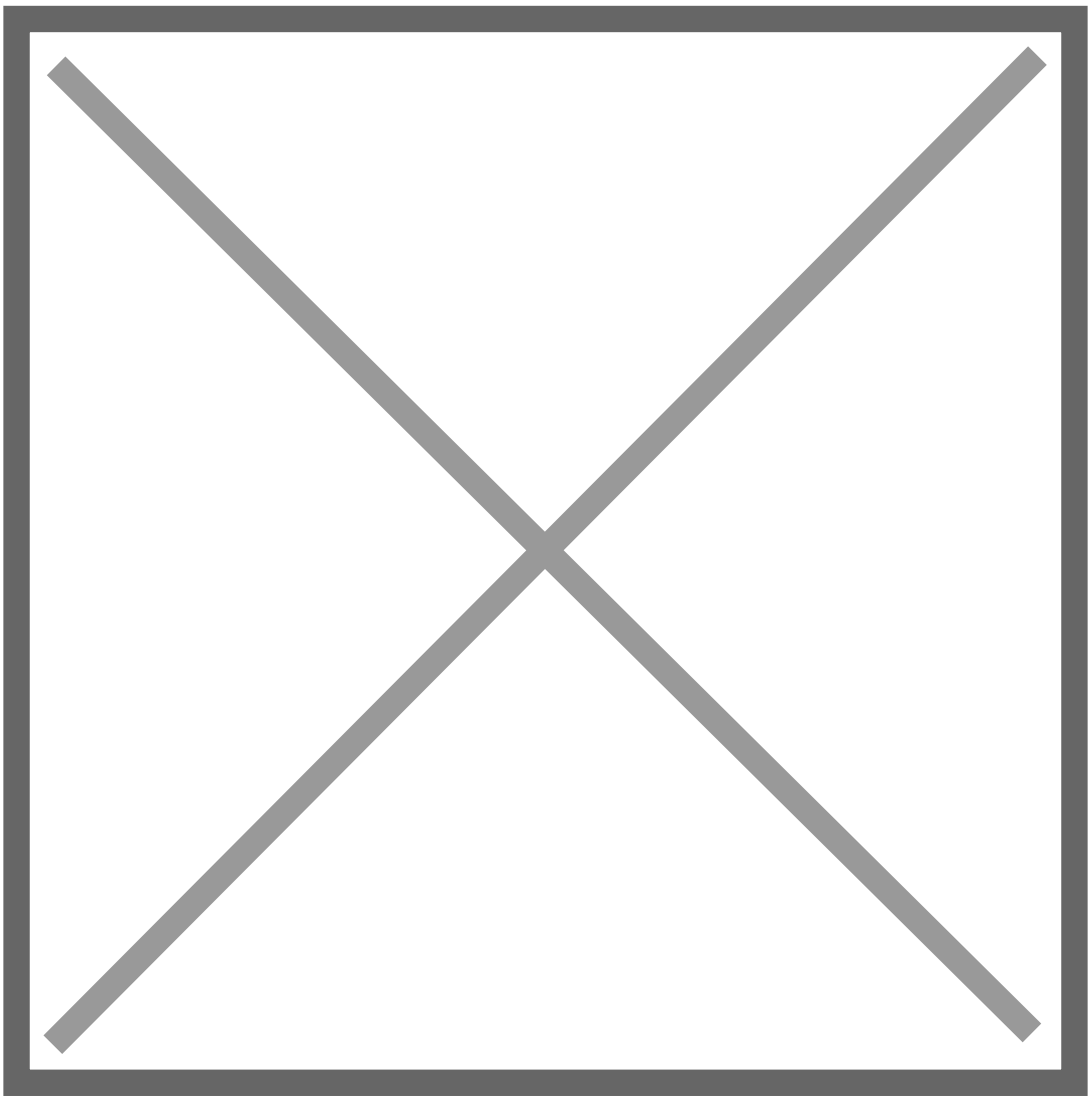
Figura 8 – Acoplamento capacitivo entre condutores a uma distância D.

BLINDAGEM

Aterramento e blindagem são requisitos mandatórios para garantir a integridade dos dados de uma planta. É muito comum na prática encontrarmos funcionamento intermitente e erros grosseiros em medições devido às más instalações.

Os efeitos de ruídos podem ser minimizados com técnicas adequadas de projetos, instalação, distribuição de cabos, aterramento e blindagens. Aterramentos inadequados podem ser fontes de potenciais indesejados e perigosos e que podem comprometer a operação efetiva de um equipamento ou o próprio funcionamento de um sistema.

A blindagem (shield) deve ser conectada ao potencial de referência do sinal que está protegendo, vide figura 9.



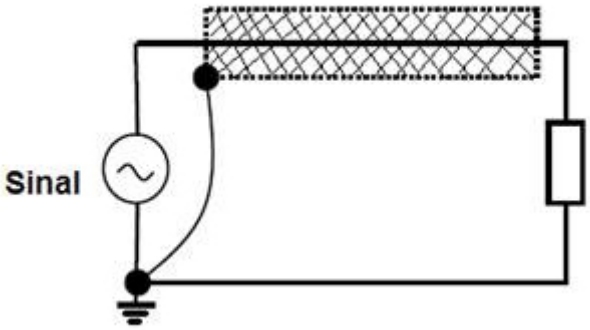


Figura 9 - Blindagem conectada ao potencial de referência do sinal que está protegendo

Quando se tem múltiplos segmentos deve-se mantê-los conectados, garantindo o mesmo potencial de referência, conforme a figura 10.

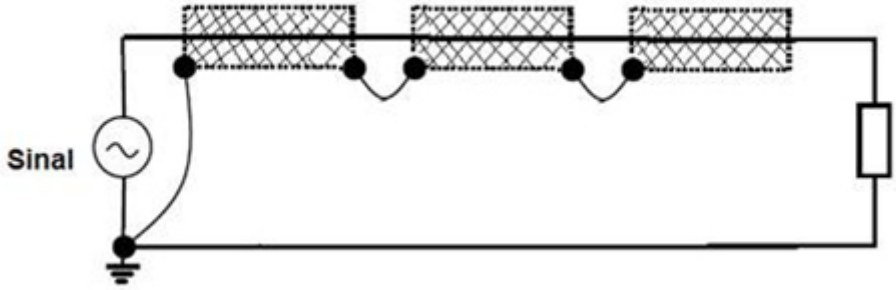


Figura 10 - Blindagem em múltiplos segmentos conectada ao potencial de referência do sinal que está protegendo

EFEITO BLINDAGEM X ATERRAMENTO EM UM ÚNICO PONTO

Neste caso a corrente não circulará pela malha e não cancelará campos elétricos.

Deve-se minimizar o comprimento do condutor que se estende fora da blindagem e garantir uma boa conexão do shield ao terra.

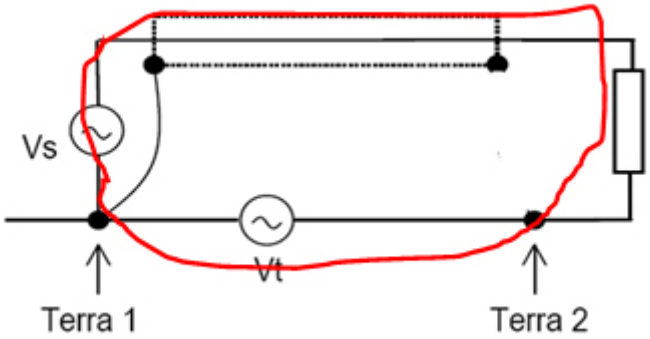


Figura 11 - Efeito Blindagem x aterramento em um único ponto

EFEITO BLINDAGEM X ATERRAMENTO EM DOIS PONTOS

Ocorre uma distribuição das correntes, em função das suas frequências, pois a corrente tende a seguir o caminho de menor impedância.

Até alguns kHz: a reatância indutiva é desprezível e a corrente circulará pelo caminho de menor resistência.

Acima de kHz: há predominância da reatância indutiva e com isto a corrente circulará pelo caminho de menor indutância.

O caminho de menor impedância é aquele cujo percurso de retorno é próximo ao percurso de ida, por apresentar maior capacitância distribuída e menor indutância distribuída.

Deve-se minimizar o comprimento do condutor que se estende fora da blindagem e garantir uma boa conexão do shield ao terra.

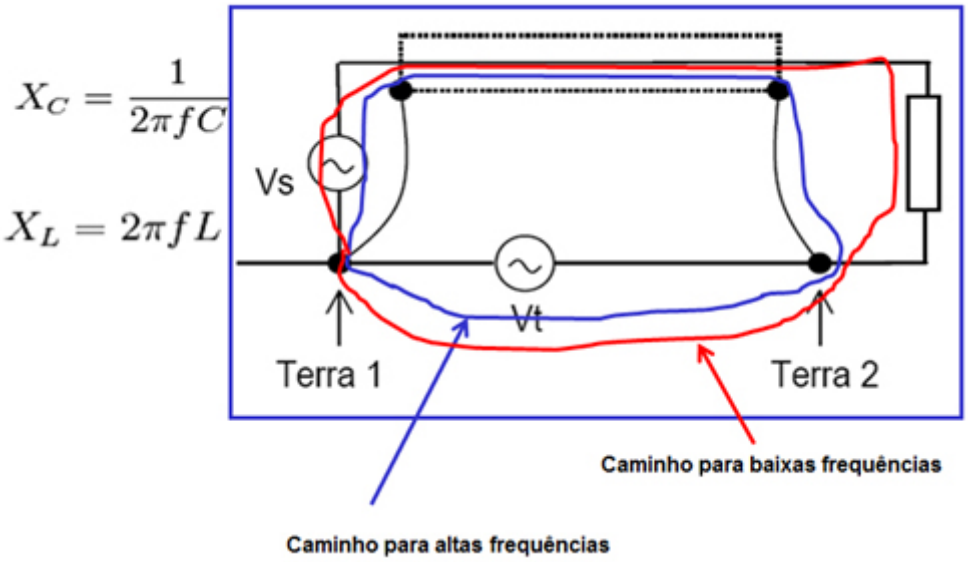


Figura 12- Efeito Blindagem x aterramento em dois pontos.

Vale citar neste caso:

- Não há proteção contra loops de terra.
- Danos aos equipamentos ativos possivelmente significativos quando a diferença de potencial de terra entre ambos os extremos ultrapassar 1 V (rms).
- A resistência elétrica do aterramento deve ser a mais baixa possível em ambos os extremos do segmento para minimizar os loops de terra, principalmente em baixas frequências.

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.

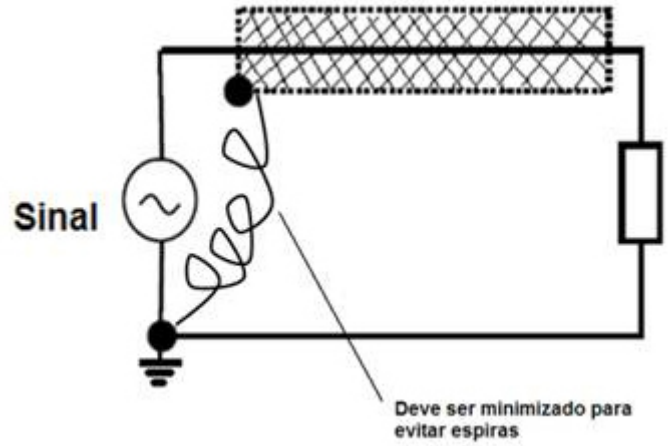


Figura 13- Deve-se minimizar o comprimento da ligação blindagem-referência, pois funciona como uma bobina.

Campos elétricos são muito mais fáceis de blindar que campos magnéticos e o uso de blindagens em um ou mais pontos funciona contra campos elétricos.

O uso de metais não magnéticos em volta de condutores não blinda contra campos magnéticos.

A chave para blindagem magnética é reduzir a área de loop. Utiliza-se um par trançado ou o retorno de corrente pela blindagem.

Para prevenir a radiação de um condutor, uma blindagem aterrada em ambos os lados é geralmente utilizada acima da frequência de corte, porém alguns cuidados devem ser tomados.

Apenas uma quantidade limitada de ruído magnético pode ser blindada devido ao loop de terra formado.

Qualquer blindagem na qual flui corrente de ruído não deve ser parte do caminho para o sinal.

Utilize um cabo trançado blindado ou um cabo triaxial em baixas frequências.

A efetividade da blindagem do cabo trançado aumenta com o número de voltas por cm.

CONCLUSÃO

Vimos neste artigo vários detalhes sobre os efeitos do acoplamento capacitivo e o uso da blindagem (shield). Todo projeto de automação deve levar em conta os padrões para garantir níveis de sinais adequados, assim como, a segurança exigida pela aplicação.

Recomenda-se que anualmente se tenha ações preventivas de manutenção, verificando cada conexão ao sistema de aterramento, onde 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).

Este artigo não substitui a NBR 5410, a NBR 5418, os padrões IEC 61158 e IEC 61784 e nem os perfis e guias técnicos das tecnologias. Em caso de discrepância ou dúvida, as normas, os padrões IEC 61158 e IEC 61784, perfis, guias técnicos e manuais de fabricantes prevalecem. Sempre que possível, consulte a EN50170 para as regulamentações físicas, assim como as práticas de segurança de cada área.

O conteúdo deste artigo foi elaborado cuidadosamente. Entretanto, erros não podem ser excluídos e assim

nenhuma responsabilidade poderá ser atribuída ao autor. Sugestões de melhorias podem ser enviadas ao e-mail cesar.cassiolato@vivaceinstruments.com.br.

Sobre o autor

César Cassiolato é Presidente e Diretor de Qualidade da Vivace Process Instruments. É também Conselheiro Administrativo da Associação PROFIBUS Brasil América Latina desde 2011, onde foi Presidente de 2006 a 2010, Diretor Técnico do Centro de Competência e Treinamento em PROFIBUS, Diretor do FDT Group no Brasil e Engenheiro Certificado na Tecnologia PROFIBUS e Instalações PROFIBUS pela Universidade de Manchester.

Referências

- Manuais Vivace Process Instruments
- Artigos Técnicos César Cassiolato
- https://www.vivaceinstruments.com.br/
- Material de treinamento e artigos técnicos PROFIBUS - César Cassiolato
- Especificações técnicas PROFIBUS
- http://www.profibus.org.br/