

EMI – Interferência Eletromagnética

César Cassiolato
Gerente de Produtos - Smar Equipamentos Industriais Ltda



Introdução

Quem já não teve problemas de interferência eletromagnética(EMI) ? É simples ligue seu televisor e um liquidificador na mesma rede...e você terá de forma simples um efeito de EMI na imagem de seu televisor. Podemos citar mais um exemplo comum, onde nas viagens de avião se proíbe o uso de telefones celulares porque podem interferir nos instrumentos de navegação.

A interferência eletromagnética é um campo ou onda elétrica ou magnética que pode ou não alterar funcionamento ou danificar um equipamento, dispositivo ou aparelho. A interferência pode ser proposital ou acidental e pode ser de origem natural ou artificial. O campo magnético terrestre é de origem natural e, por exemplo, causa interferência em sistemas elétricos de potência pela influência de sua força. As descargas atmosféricas e os ventos são exemplos de causas naturais de EMIs. As manchas solares também causam interferência em sinais de telecomunicação pela geração de radiação cósmica.

A interferência eletromagnética pode ser radiada(via ar), conduzida(via condutores), induzida(normalmente acima de 30MHz) ou combinação das mesmas.

Veremos neste artigo mais detalhes de como evitar ou minimizar a EMI e as técnicas empregadas, entre as quais destacam-se o aterramento elétrico, a blindagem magnética e elétrica, os filtros, o isolamento ótico, os protetores elétricos, etc

No exemplo do televisor e do liquidificador, a Interferência Eletromagnética não causa mal algum, a não ser o desconforto visual da imagem. Mas pode ter conseqüências bem mais graves no caso de um equipamento industrial(por exemplo, alguns mV somados ao sinal de um termopar, a geração de uma alarme sem motivos), ou mesmo no ser humano que faz uso de um marca-passo.

As principais fontes de EMI

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 resitivas, 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.

A convivência de equipamentos em diversas tecnologias diferentes somada à inadequação das instalações, facilitam a emissão de energia eletromagnética e com isto podemos ter problemas de compatibilidade eletromagnética(também chamada e EMC, é a habilidade de um equipamento funcionar satisfatoriamente sem interferir eletromagneticamente nos equipamentos próximos e ser imune à interferência externa de outros equipamentos e do ambiente), onde o funcionamento de um equipamento pode afetar o outro. Isto é muito comum nas indústrias e fábricas, onde a EMI é muito freqüente em função do maior uso de máquinas (máquinas de soldas, por exemplo) e motores 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 EMI é muito importante principalmente em sistemas digitais e analógicos onde estamos falando de frequências de 30 a 300MHz, ou seja, superiores a VHF. Vale lembrar que estamos falando de pulsos rápidos da ordem de ns e qualquer condutor, como por exemplo a trilha de uma placa de circuito impresso passa a ser uma antena, sem contar os efeitos por irradiação de sinais e acoplamentos parasitas.

Em geral, em frequências elevadas, os condutores se aproximam ainda mais do comportamento de uma antena, o que nos ajuda a entender porque os problemas de emissão de EMI se agravam em redes que operam em altas velocidades.

E ainda, qualquer circuito eletrônico é capaz de gerar algum tipo de campo magnético ao seu redor e seu efeito vai depender de sua amplitude e duração.

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 deve 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.

A eletricidade estática é uma carga elétrica em repouso que é gerada principalmente pelo desbalanceamento de elétrons localizado sob uma superfície ou no ar do ambiente. Este desbalanceamento de elétrons gera assim um campo elétrico que é capaz de influenciar outros objetos que se encontram a uma determinada distância. O nível de carga é afetado pelo tipo de material, velocidade de contato e separação dos corpos, umidade e diversos outros fatores. Quando um objeto é carregado eletrostaticamente, um campo elétrico associado a esta carga é criado em torno dele e um dispositivo sujeito a este campo que não esteja aterrado poderá ser induzido, causando uma transferência das cargas entre os dois corpos. Esta transferência de cargas poderá resultar em falhas que reduzem a vida útil, prejudicam o funcionamento ou até mesmo destroem o dispositivo permanentemente.

Sabemos que o corpo humano acumula cargas elétricas conforme fazemos movimentos. Por exemplo, ao andar em um carpete, retirar uma blusa de lã, o atrito resulta em troca de elétrons, gerando um potencial que pode chegar a centenas e milhares de volts. Quem já não levou choques ao tocar na maçaneta do carro e outros corpos metálicos. A descarga eletrostática pode mudar, degradar ou destruir as características elétricas de dispositivos eletrônicos tais como circuitos integrados e componentes quando estes são tocados. Por isto que em montagens eletrônicas o correto é se utilizar as pulseiras anti-estática.

Para termos uma idéia da tensão gerada pela descarga eletrostática, se considerarmos um condutor com 50nH de indutância podemos falar de picos de tensão da ordem de 200V ($V = L \cdot di/dt$) ou mais, uma vez que um pulso de corrente gerado pela descarga eletrostática tem um tempo de subida muito curto, da ordem de 4A/ns.

Fatores que contribuem para a interferência eletromagnética

Os principais fatores são:

- Tensão
- Frequência
- Aterramento
- Os componentes eletrônicos
- Circuitos impressos
- Desacoplamentos

Existem três caminhos de EMI entre a fonte e o dispositivo a ser influenciado (a vítima):

- Irradiação
- condução
- indução

A EMI irradiada se propaga a partir da fonte, através do espaço, para a vítima. Um sinal conduzido viaja através de fios conectados à fonte e a vítima. O meio conduzido pode envolver qualquer

cabo de alimentação, entrada de sinal e terminais de terra de proteção. Já a indução ocorre quando dois circuitos estão magneticamente acoplados.

A maioria das ocorrências de EMI se dá através de condução ou combinação de irradiação e condução.

A EMI por indução é mais difícil de ocorrer e o modo de acoplamento vai depender da frequência e do comprimento de onda, sendo que as baixas frequências propagam-se muito facilmente por meios condutivos, mas não tão eficientemente pelo meio irradiado. Já as altas frequências se propagam com eficiência pelo ar e são bloqueadas pelas indutâncias do cabeamento.

As perturbações conduzidas normalmente estão na faixa de 10kHz a 30MHz e se classificam em:

- modo-comum, onde a interferência acontece entre as linhas de sinal e o terra. O ruído é provocado pela resistência existente e comum ao sinal e ao retorno. Os sinais de radiofrequência são fontes comuns de ruído de modo-comum. O ruído em modo-comum é o maior problema em cabos devido a impedância comum entre o sinal e seu retorno.
- modo-diferencial, onde a interferência acontece entre as linhas de sinal.

As perturbações induzidas normalmente estão acima de 30MHz e dependem das técnicas de aterramento, blindagem e mesmo da posição física em relação a fonte de indução.

Cuidados e recomendações básicas na instrumentação e controle

- Hoje a grande realidade é o uso de redes digitais em sistema de controle e automação onde é obrigatório o uso dos terminadores de barramento, onde sua ausência causa o desbalanceamento, provocando atraso de propagação, assim como a oscilações ressonantes amortecidas causando transposição dos níveis lógicos(thresholds).Além disso, melhora a margem de ruído estático.Em Foundation Fieldbus e Profibus PA, deve-se ter terminadores no barramento, um no início e outro no final.Não deve-se ligar a blindagem ao terminador e sua impedância deve ser 100 Ohms +/-20% entre 7.8 a 39 kHz.Este valor é aproximadamente o valor médio da impedância característica do cabo nas frequências de trabalho e é escolhido para minimizar as reflexões na linha de transmissão, assim como para converter o sinal em níveis aceitáveis de 750 a 1000 mV.

- O cabo de par trançado é composto por pares de fios. Os fios de um par são enrolados em espiral a fim de, através do efeito de cancelamento, reduzir o ruído e manter constante as propriedades elétricas do meio por toda a sua extensão. O efeito de cancelamento reduz a diafonia(crosstalk) entre os pares de fios e diminui o nível de interferência eletromagnética/radiofrequência. O número de tranças nos fios pode ser variado a fim de reduzir o acoplamento elétrico. Com sua construção proporciona um acoplamento capacitivo entre os condutores do par.Tem um comportamento mais eficaz em baixas frequências(< 1MHz).Quando não é blindado, tem a desvantagem com o ruído em modo-comum. Para baixas frequências, isto é quando o comprimento do cabo é menor que 1/20 do comprimento de onda da frequência do ruído, a blindagem(malha ou shield) apresentará o mesmo potencial em toda sua extensão, neste caso recomenda-se conectar a blindagem em um só ponto de terra.Em altas frequências, isto é quando o comprimento do cabo é maior que 1/20 do comprimento de onda da frequência do ruído, a blindagem apresentará alta suscetibilidade ao ruído e neste caso recomenda-se que seja aterrada nas duas extremidades. O shield é normalmente aterrado na fonte de alimentação ou na barreira de segurança intrínseca.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.A topologia e a distribuição do cabeamento são fatores que devem ser considerados para a proteção 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.

- Aterramento: a dica é agrupar circuitos e equipamentos com características semelhantes de ruído em distribuição série e unir estes pontos em uma referência paralela.Um erro comum é o uso de terra de proteção como terra de sinal.Lembre-se que este terra é muito ruidoso e pode apresentar alta impedância. É interessante o uso de malhas de aterramento pois apresentam baixa impedância. Condutores comuns com altas frequências apresentam a desvantagem de terem alta impedância. Deve-se evitar os loops

de correntes. O sistema de aterramento deve ser visto como um circuito que favorece o fluxo de corrente sob a menor indutância possível.

- Deve-se evitar splice, que é qualquer parte da rede que tenha comprimento descontínuo de um meio condutor especificado, por exemplo, remoção de blindagem, troca do diâmetro do fio, conexão a terminais nus, etc. Em redes com comprimento total maior do que 400 m, a somatória de todos os comprimentos de todos os splices não deve ultrapassar 2% do comprimento total e ainda, em comprimentos menores do que 400m, não deve exceder 8m.

- Em áreas sujeitas à exposição de raios e picos de alta voltagem, recomenda-se os protetores de surtos.

- Isolar sinal fieldbus de fontes de ruídos, como cabos de força, motores, inversores de frequência. Colocá-los em guias e calhas separadas.

- Quando utilizar cabos multivias, não misturar sinais de vários protocolos.

- Quando possível utilizar filtros de linha, ferrites para cabo, supressores de transientes, centelhadores (spark gaps), feedthru, isoladores óticos, para proteção.

- O ideal seria utilizar canaletas de alumínio onde se tem a blindagem eletromagnética externa e interna. São praticamente imunes as correntes de Foucault devido à boa condutibilidade elétrica do alumínio.

Curiosidade

Quem já não teve problemas produzidos por relâmpagos? Um relâmpago é uma corrente elétrica muito intensa que ocorre na atmosfera com típica duração de meio segundo e típica trajetória com comprimento de 5 a 10 Km. Estes podem acontecer mesmo a longas distâncias do ponto onde aconteceu a descarga. No Brasil, a corrente de descarga média é de 42 kA. Em geral, a corrente atinge seu pico em alguns microssegundos e decai a metade deste valor em cerca de 50 μ s. Em regiões tropicais, as descargas atmosféricas são mais intensas que em regiões frias ou temperadas.

Conclusão

Vimos neste artigo de forma bem simples a interferência eletromagnética, suas causas, efeitos e dicas de proteção. O cuidado daqui para frente tem que ser intensificado pois a EMI está se tornando uma das maiores causas de perturbações geradas nas transmissões de dados em redes e sistemas digitais. A EMI é controlada pela adoção de práticas de compatibilidade eletromagnéticas (EMC), tendo dois aspectos a serem considerados:

- um sistema (equipamento, dispositivo) elétrico ou eletrônico deve operar sem interferir em outros sistemas;
- um sistema (equipamento, dispositivo) elétrico ou eletrônico deve operar como pretendido e projetado, com um ambiente eletromagnético especificado.

Estes dois aspectos estão diretamente relacionados à classe do ambiente (doméstico, hospitalar, comercial, industrial, etc) para o qual o dispositivo foi projetado.

No Brasil, a Compatibilidade Eletromagnética é um assunto ainda pouco desenvolvido e a questão deve ser tratada como um requisito obrigatório.

Referências

- Controle & Instrumentação Edição 97, “Dicas de dimensionamento e instalação em redes Profibus PA”, César Cassiolato, Marcos Mesquita.
- IEC - “EMC The Role and Contribution of IEC standards”, IEC, 2001.
- “Interferência Eletromagnética”, Sanches, Durval.