



Paulo Marin

## É necessário manter alguma separação entre cabos de alimentação elétrica e de telecomunicações para efeito de proteção contra interferência eletromagnética em instalações de edifícios comerciais? Há normalização vigente para isso?

De forma bastante objetiva, não é necessário que alguma separação entre circuitos de distribuição elétrica e cabos de telecomunicações seja mantida para efeito de proteção contra interferência eletromagnética sobre os sistemas e/ou serviços de telecomunicações.

No que diz respeito à normalização, vou trazer algumas considerações sobre isso ao longo da discussão.

### Introdução

A maior preocupação quando o assunto é interferência eletromagnética entre circuitos de potência (por simplicidade, vou utilizar este termo para circuitos ou cabos de alimentação elétrica) e circuitos de sinais (também por simplicidade, vou utilizar este termo para circuitos ou cabos de telecomunicações) é o quanto o primeiro pode induzir ruído suficientemente importante a fim de gerar erros de comunicação no segundo, que é o parâmetro

Esta seção se propõe a analisar tópicos de cabeamento estruturado, incluindo normas, produtos, aspectos de projeto e execução. Os leitores podem enviar suas dúvidas para Redação de **RTI**, e-mail: [inforti@arandanet.com.br](mailto:inforti@arandanet.com.br).

utilizado para avaliar o desempenho de canais digitais. Embora os mecanismos de interferência (discutidos em diversas ocasiões aqui em *Interface*) ocorram de forma mútua, ou seja, pode haver acoplamento de ruído proveniente do circuito de sinais no circuito de potência e vice-versa. A situação de maior interesse é quando o circuito de potência interfere no circuito de sinais pelo acoplamento de ruído importante neste.

Por experiência profissional e estudos acadêmicos de mais de duas décadas, especialmente em interferência eletromagnética que pode afetar os circuitos de sinais em instalações comerciais, posso afirmar que o problema é muito menos crítico do que pode parecer a princípio. Nesse período tive a oportunidade de adotar várias abordagens, inclusive as mais conservadoras, no sentido de evitar ou minimizar esse tipo de interferência em cabeamento estruturado. De fato, as interferências entre diversos circuitos de sinais que utilizam pares distintos do mesmo cabo ou de cabos adjacentes são muito mais preocupantes. Aliás, os testes de certificação do cabeamento, entre outras finalidades, têm o intuito de avaliar essas interferências e garantir que, mesmo sob condições desfavoráveis, o canal passa no teste estando apto, portanto, a ser utilizado para as aplicações previstas em normas.

Também é importante considerar que muitas separações consideradas seguras por alguns projetistas não são viáveis na prática. Dependendo da abordagem utilizada, pode-se chegar a separações da ordem de alguns metros entre ambos os circuitos para que um circuito de sinais “livre de ruídos” possa ser implementado. Como manter separações dessa ordem de grandeza em instalações comerciais reais pode ser quase impossível, porém certamente inviável.

O leitor pode estar se perguntando: como tratar essa questão de forma prática?

Para que separações possam ser estabelecidas, é necessário que algum critério seja adotado. É importante que entendamos alguns conceitos fundamentais relacionados aos mecanismos de interferência eletromagnética e seus efeitos.

### Conceitos fundamentais

É sabido que, quando um condutor elétrico é percorrido por uma corrente elétrica, campos elétrico e magnético são gerados nas proximidades desse condutor. As intensidades desses campos estarão relacionadas a alguns fatores, sendo a intensidade da corrente elétrica o principal deles. Portanto, em uma determinada região do espaço haverá uma certa distribuição de campos que, potencialmente, poderão causar alguma interferência em outros circuitos e sistemas presentes nessa região. A informação importante aqui é exatamente haver um potencial de interferência e, não necessariamente, interferência destrutiva, capaz de causar erros no sistema de comunicação. Na maioria das situações reais em instalações comerciais há interferência o tempo todo entre circuitos de potência e circuitos de sinais, porém sem causas destrutivas em, seguramente, quase 100% dos casos. E o que fazer nos casos que escapam a esse “quase”? A resposta é simples: utilizar cabos ópticos ou balanceados blindados nos circuitos de sinais.

O simples fato de circuitos de potência estarem associados a potências altas (em comparação àquelas dos circuitos de sinais), da ordem de alguns quilowatts (kW) em circuitos individuais em instalações comerciais, não é suficiente para causar interferência eletromagnética destrutiva nos circuitos de sinais. Para entendermos isso, é importante compreendermos a natureza estatística dos sistemas de comunicação digital e a

A newsletter semanal com as principais notícias dos mercados de telecom e redes.



Enviada para para  
**mais de 50.000**  
profissionais



Anuncie

✉ [publicidaderti@arandanet.com.br](mailto:publicidaderti@arandanet.com.br)

☎ (11) 98147-6437

probabilidade de que cenários que levem a erros de comunicação por interferência eletromagnética proveniente de circuitos de potência ocorram.

### Probabilidade de erro de bit

Um sistema de comunicação digital tem seu desempenho determinado por um parâmetro conhecido como taxa de erro de bit (BER - Bit Error Rate) ou probabilidade de erro de bit que, por sua vez, está associado ao código de linha (PCM, PAM, etc.) utilizado pela aplicação e a relação sinal-ruído (SNR - Signal to Noise Ratio) do canal de transmissão. Ao longo de duas décadas de *Interface*, abordei questões associadas aos códigos de linha e transmissão em banda-base em várias ocasiões.

Como exemplo, vou considerar a aplicação Gigabit Ethernet (GbE, 1000Base-T, IEEE 802.3ab), que opera a uma taxa de transmissão de 1000 Mbit/s (1 Gbit/s) utilizando PAM-5 como código de linha. Isso significa que a codificação de cada símbolo é feita por modulação de amplitude de pulso (PAM - Pulse Amplitude Modulation) com cinco níveis de tensão.

Uma taxa de erro de bit considerada aceitável em sistemas de comunicação digital operando PAM, de forma geral, é de  $10^{-10}$ , ou seja, um bit recebido com erro a cada 10 bilhões de bits recebidos em um ciclo de transmissão. Para o leitor ter uma ideia, a aplicação 1000Base-T apresenta uma taxa de erro de bit de cerca de  $10^{-13}$  para um canal com  $SNR = 20$  dB.

Para efeito de comparação, ao avaliarmos a relação sinal-ruído de cabecamentos classes E (250 MHz) e E<sub>A</sub> (500 MHz), obtemos valores de SNR de cerca de 15 e 9 dB, respectivamente. Como a aplicação 1000Base-T opera nessas classes de cabecamento com desempenho satisfatório, podemos concluir que a taxa de erro de bit está dentro das

especificações da aplicação nessas condições. Em resumo, para SNR entre 15 dB e 9 dB (da mais favorável à menos favorável), a BER da aplicação 1000Base-T é melhor ou igual a  $10^{-10}$ . É importante lembrar que a taxa de erro de bit é uma probabilidade (portanto de caráter aleatório) e não um parâmetro determinístico.

O leitor pode estar se perguntando onde entra a influência dos circuitos de potência nesse contexto. Vamos chegar lá.

Conforme mencionei anteriormente, o simples fato de um circuito de potência gerar campos elétrico e magnético em sua proximidade não significa que um circuito de sinal imerso nesses campos sofrerá interferência destrutiva, ou seja, capaz de causar erros de comunicação. No entanto, os transientes de tensão que podem se propagar por circuitos de potência têm o potencial de levar o circuito de sinal a esse tipo de erro.

### Transientes de tensão

Um transiente de tensão pode ser definido como um pico de tensão elétrica de alta amplitude e duração muito curta, que pode ser externo ao circuito de potência ou proveniente de processos de chaveamento de tensão em sistemas alimentados por ele. O transiente também tem natureza aleatória, ou seja, não se trata de um parâmetro determinístico.

Tecnicamente, um erro de comunicação digital ocorre quando a fase do sinal digital é invertida, o que significa uma defasagem de 180°. Do ponto de vista de interferência eletromagnética proveniente de um circuito de potência, um transiente de tensão é, praticamente, a única perturbação capaz de promover isso, ou seja, pode causar interferência destrutiva em um circuito de sinal. Isso poderia justificar a manutenção de uma separação segura (ou adequada) entre os circuitos.

No entanto, para que tal interferência ocorra na prática, ainda é necessário recorrer à probabilidade, ou seja, qual é a probabilidade de um transiente de tensão no circuito de potência acontecer na mesma posição onde um trem de pulsos se encontra em um circuito de sinal, simultaneamente? Certamente, a probabilidade pode ser avaliada

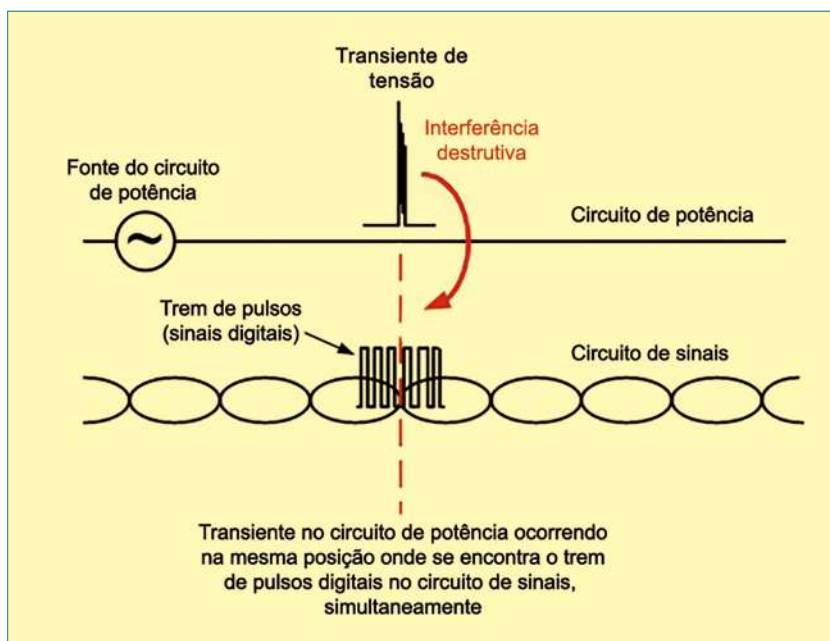
Part 2: Installation Planning and Practices Inside Buildings) e uma norma internacional (ISO/IEC-14763-2:2019 - Information Technology - Implementation and Operation of Customer Premises Cabling - Part 2: Planning and Installation), a maioria das normas internacionais (ISO/IEC) e as normas brasileiras (NBR 14565, NBR 16415,

espaços para cabeamento estruturado, também não especifica distâncias de separação entre circuitos, mas traz um anexo com um arranjo de teste sugerido para a determinação de uma separação segura, quando isso for relevante. Embora seja, a meu ver, a abordagem que faz mais sentido com relação ao tema aqui discutido, esse anexo é de aplicação prática um pouco complexa.

Em resumo, manter uma separação entre circuitos de potência e circuitos de sinais, para evitar ou minimizar os efeitos de interferência eletromagnética potencial, não é uma necessidade em instalações comerciais. Além disso, não há como estabelecer separações efetivas. No entanto, minha recomendação é que o instalador sempre atenda aos requisitos do fabricante do sistema de cabeamento a ser instalado, pois disso depende sua garantia estendida.

Em situações ou ambientes específicos, como instalações industriais, em certas áreas em instalações hospitalares, etc. medidas efetivas para evitar e minimizar efeitos de interferência eletromagnética, que podem incluir a segregação e distanciamento entre circuitos, podem ser necessárias.

De qualquer forma e, independentemente do ambiente de instalação, sempre que efeitos de interferência eletromagnética em circuitos de sinais possam representar problemas potenciais, um especialista deve ser consultado.



**Fig. 1 – Interferência por transiente de tensão**

matematicamente. No entanto, na prática ela é tão baixa a ponto de ser muito pouco provável. Tal situação é ilustrada na figura 1.

O trem de pulsos mostrado na figura 1 é apenas uma representação gráfica, sem relação com a forma de onda real em canais balanceados. Portanto, podemos concluir que a manutenção de alguma separação física entre circuitos de potência e de sinais, para eliminar ou minimizar os efeitos de interferência eletromagnética sobre o circuito de sinais não faz muito sentido em instalações comerciais.

### Normalização

Quanto à normalização vigente, com exceção de uma norma europeia (EN 50174-2:2018: Information Technology - Cabling Installation -

etc.) para cabeamento estruturado em edifícios comerciais e caminhos e espaços para cabeamento, não especifica distâncias de separação entre os circuitos de potência e de sinais.

Essas normas têm como requisito que a infraestrutura utilizada para a colocação de cabos de telecomunicações não pode ser compartilhada com nenhum outro sistema do edifício. Esse requisito, embora não assegure qualquer separação, garante a segregação de circuitos ou sistemas de cabos que, por si só, contribui para minimizar problemas de interferência eletromagnética potencial.

A norma norte-americana ANSI/TIA-569-E:2019 - Telecommunications Pathways and Spaces, que especifica caminhos e

**Paulo Marin é engenheiro eletricista, mestre em propagação de sinais e doutor em interferência eletromagnética aplicada à infraestrutura de TI. Marin trabalha como consultor independente, é palestrante internacional e ministra treinamentos técnicos e acadêmicos. Autor de vários livros técnicos e coordenador de grupos de normalização no Brasil e EUA. Site: [www.paulomarin.com](http://www.paulomarin.com).**