

## 5 Dicas para Reduzir a Interferência Eletromagnética (EMI)

Mesmo os melhores planos de projetos de alta velocidade podem ser reprovados na certificação FCC



DR. ERIC BOGATIN

A solução de todos os problemas de integridade de sinal não significa uma garantia de que o produto passará pelo teste de certificação sobre Compatibilidade Eletromagnética (EMC) da Comissão Federal de Comunicações (FCC), porque apenas alguns poucos nanowatts de energia irradiada são necessários, dentro dos 100 kHz de largura de banda do teste, para que o produto seja reprovado. Passar na certificação de Classe B, por exemplo,

corresponde a ter uma força de campo menor que 100  $\mu\text{V}/\text{m}$ , a uma distância de 3 metros, em uma faixa de frequência em torno de 88 MHz.

Embora seja verdade que correntes diferenciais associadas aos sinais e seus caminhos de retorno realmente irradiam, as correntes comuns que fluem em direção ascendente e descendente de superfícies planas e cabos externos determinam uma fonte de emissões muito maior. Estas correntes comuns se assemelham a uma antena dipolo elétrica e são tipicamente conduzidas pelas tensões sobre os planos. (FIGURA 1).

A tensão dos planos que provoca as correntes comuns é conhecida como *ground bounce*. Mesmo se a tensão *ground bounce* estiver abaixo de um nível que poderá causar problemas de integridade de sinal, ela ainda pode causar emissões irradiadas e o aparelho falhará na certificação da FCC. Por exemplo, se a tensão *ground bounce* for 100 mV, e existir um cabo de proteção de 10 centímetros de comprimento conectado ao plano de terra, as emissões irradiadas podem exceder 400  $\mu\text{V}/\text{m}$  a uma distância de 3 metros.

Um primeiro passo bastante importante para reduzir as emissões irradiadas e passar no teste de certificação de EMC é reduzir a tensão *ground bounce*. *Ground bounce* é a tensão criada entre dois pontos diferentes no caminho de retorno de terra. Essa tensão é quase sempre devida à relação  $dI/dt$  através da indutância total do caminho de retorno, geralmente representado pelos planos. Para reduzir a tensão *ground bounce*, é necessário reduzir a relação  $dI/dt$  e reduzir a indutância total do caminho de retorno.

Há cinco métodos importantes para reduzir a tensão *ground bounce* e as emissões irradiadas:

1. Usar sinalização diferencial para E/S onde for possível. Isto pode, em alguns casos, reduzir a relação  $dI/dt$  na distribuição de potência e terra e a relação  $dI/dt$  em caminhos de retorno nos planos.
2. Usar uma topologia de sinal que faz com que a corrente de retorno pareça simétrica em torno do caminho do sinal. Não deve haver nenhuma tensão *ground bounce* no cabo coaxial, pois não há indutância total no caminho de retorno. As linhas do campo magnético fora do cabo coaxial, provenientes da corrente de sinal, têm exatamente a mesma distribuição, mas na direção oposta, como os loops das linhas dos campos magnéticos das correntes de retorno. As linhas dos campos são anuladas e não há nenhuma linha externa de campo magnético ao redor do cabo coaxial, de forma que não pode haver nenhuma indutância total no seu caminho de retorno e nenhuma tensão *ground bounce*. Não é prático usar linhas de sinal coaxial em placas de circuito, mas a topologia *stripline* é uma aproximação muito boa do cabo coaxial. A indutância total na topologia *microstrip* no caminho de retorno é 10 vezes maior que aquela encontrada na topologia *stripline*.

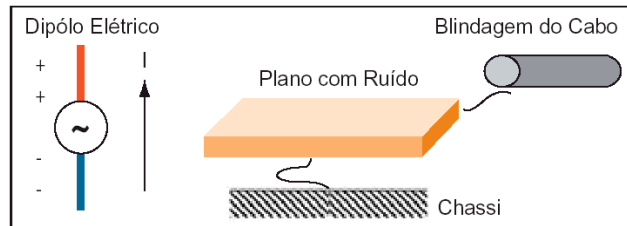


FIGURA 1: *Ground Bounce*, a tensão que produz correntes comuns, se parece com uma antena dipolo elétrica.

3. Tornar o caminho de retorno o mais amplo possível, ou seja, usar planos para o retorno à terra. A indutância total do caminho de retorno é reduzida se a auto-indutância parcial do caminho de retorno também for reduzida. O primeiro modo de fazer isso é permitindo que a corrente de retorno se disperse ao máximo.
4. Trazer a primeira corrente tão perto quanto possível da corrente de retorno. A indutância total do caminho de retorno é reduzida se a indutância mútua parcial entre os dois caminhos das correntes for aumentada. Para as correntes de sinal, a impedância que o sinal “enxerga” será muito baixa e problemas de descontinuidade de impedância surgirão se o caminho do sinal for trazido para muito perto do caminho de retorno. Todavia, a distância entre o caminho de potência e o caminho da terra é limitada apenas pelo preço que você está disposto a pagar.
5. Evitar descontinuidades no caminho de retorno. Qualquer coisa que impeça a corrente de retorno fluir bem próxima do caminho do sinal aumentará a indutância total do caminho de retorno, aumentando assim a tensão *ground bounce*. Depois de você ter se esforçado para planejar a baixa indutância total, não estrague tudo deixando lacunas no caminho.

Obviamente essas dicas não são essenciais para todos os projetos, mas aumentarão a taxa de aprovação nos testes de EMC.

*Ed.: A edição de dezembro de Mitos Não São Permitidos continha um erro na fórmula. A fórmula correta é:*

$$k_b = 0.5 \times (Z_{\text{even}} - Z_{\text{odd}}) / (Z_{\text{even}} + Z_{\text{odd}})$$

### REFERÊNCIAS

1. Esta coluna foi extraída da palestra que Charles Grasso e eu ministramos em um encontro do Rocky Mountain Chapter da IEEE EMC Society em 4 de dezembro de 2003. Cópias da apresentação estão disponíveis no site: <http://www.ewh.ieee.org/r5/denver/rockymountainemc/archivehub.htm>.
2. Muitos dos detalhes sobre *ground bounce* e indutância podem ser encontrados no meu novo livro *Signal Integrity – Simplified*, publicado pela Editora Prentice Hall.

**ERIC BOGATIN** é Diretor Executivo de Tecnologia (CTO) da Synergetix ([synergetix.com](http://synergetix.com)). Ele pode ser contatado no endereço [eric@ericbogatin.com](mailto:eric@ericbogatin.com).