

OTIMIZAÇÃO DO ROTEAMENTO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO EM FUNÇÃO DE REGRAS DE COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Maurício Chouity Imay[Estagiário], Alexandre Moeckel[Orientador], Igor Akhnaton Kardush[Colaborador], Mauricio Kugler[Colaborador]

Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia de Telecomunicações
Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
Av. Sete de Setembro, 3165 - Curitiba/PR, Brasil - CEP 80230-901

imay@nupes.cefetpr.br, moeckel@nupes.cefetpr.br, kardush@nupes.cefetpr.br, mauricio@kugler.com

Resumo – Este artigo apresenta o desenvolvimento e os resultados do emprego de *do-files* no traçado de trilhas de placas de circuito impresso. Ainda na fase de projeto, as placas de circuito impresso de sistemas que operam em frequências acima de algumas dezenas de megahertz devem atender restrições de compatibilidade eletromagnética, a fim de que, posteriormente, não existam problemas funcionais. O método convencional, baseado em *softwares* roteadores automáticos, nem sempre gera resultados satisfatórios, pois estes roteadores não possuem um algoritmo otimizado para atender às regras de compatibilidade eletromagnética durante a execução do roteamento. O *do-file* é um recurso disponível em algumas ferramentas de roteamento, como o Specetra Shape Router. Consiste de um arquivo texto contendo uma seqüência de comandos, definida pelo projetista, que é interpretada pelo *software* ao realizar o roteamento automático da placa de circuito impresso. Quando bem elaborado, o *do-file* possibilita redução do tempo de projeto e economia de recursos humanos e materiais.

Palavras-chave: Do-files, Roteamento de PCB, EMC, Specetra.

Abstract – This article presents the developing and the results of the use of *do-files* on the routing process of printed circuit boards (PCB). During the project stage, the printed circuit boards of systems that operates with frequencies above tenths of megahertz must respect some rules of electromagnetic compatibility, in order to prevent further functional problems. The most used method, based on automatic routing softwares, nor always gives good results, because this routing softwares doesn't have a optimized algorithm to follow the electromagnetic compatibility rules. The *do-file* is a feature of some softwares, as the Specetra Shape Router. It is a text file that contains a command sequence defined by the developer, interpreted by the software when making the printed circuit board automatic routing. When the *do-files* are rightly defined, it make possible to reduce the project time and the use of human and material resources.

Key-words: Do-files, PCB Routing, EMC, Specetra.

INTRODUÇÃO

Ao serem desenvolvidas, as placas de circuito impresso (PCB - *Printed Circuit Board*) para sistemas eletrônicos devem respeitar restrições de compatibilidade eletromagnética (EMC - *Eletromagnetic Compatibility*) a fim de que, posteriormente, não existam problemas de funcionamento do circuito. Atualmente, com sistemas operando em frequências na ordem de dezenas a centenas de megahertz, atingindo gigahertz, um roteamento que atenda às regras de EMC é imprescindível.

Um estudo de EMC envolve a análise de integridade do sinal, *crosstalk* e irradiação eletromagnética[1][2]. Esta análise normalmente é realizada após o traçado das trilhas na placa (roteamento). Caso haja a necessidade de ajustes, o traçado deverá ser refeito parcial ou

totalmente. Tal processo, além de pouco eficiente, consome tempo e recursos humanos até que seja atingido um roteamento que satisfaça as regras de EMC.

Com o avanço dos *softwares* dedicados ao desenvolvimento de PCB, em especial as ferramentas de roteamento, é possível amenizar problemas referentes a EMC na própria fase de roteamento, realizando-o de modo otimizado. Dessa forma, atende-se aos princípios da Engenharia Simultânea, economizando custos e tempo no desenvolvimento da PCB. O recurso que torna a otimização possível, e caracteriza o foco desse estudo, é o *do-file*. O *do-file* é um arquivo texto que contém uma seqüência de comandos que será interpretada pelo roteador, automatizando e otimizando o processo de roteamento.

METODOLOGIA

A ferramenta de roteamento utilizada no NuPES é o Specetra Shape Router, que é um *software* compatível com a plataforma Mentor Graphics. O roteador automático disponível no Specetra é um poderoso recurso, entretanto nem sempre atende totalmente às necessidades de projeto: realiza o roteamento completo da PCB, porém, nem sempre é ótimo com relação a EMC. O *do-file* vem a suprimir exatamente essa deficiência, permitindo ao projetista determinar regras[4] que o roteador automático deverá seguir ao efetivar o processo de roteamento. Algumas características básicas de EMC que podem ser contempladas através do *do-file*:

- Comprimento máximo de trilha;
- Comprimento máximo de *stub*;
- Tempo de atraso máximo do sinal em uma trilha;
- *Crosstalk*;
- Número máximo de vias em uma trilha;
- Distância mínima (*clearance*) entre dois elementos (trilha-trilha, via-via, via-pad);
- Blindagem paralela, coaxial ou *tandem*.

Essas características podem ser atribuídas a uma ligação (*net*) ou classe de ligações. É possível determinar também, através do *do-file*, camadas (*layers*) específicas da PCB para o roteamento de uma *net* ou classe de *nets*.

A estrutura básica de um *do-file* é mostrada na Figura 1:

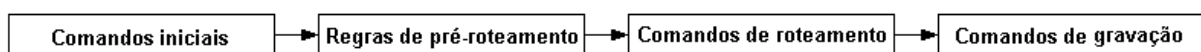


Figura 1. Estrutura básica do *do-file*

Os comandos iniciais fazem a gravação automática do arquivo de trilhas a cada sessão do roteamento, além de gerar arquivos texto, nos quais o status da placa e de cada etapa são reportados. As regras de pré-roteamento constituem a etapa mais relevante para a otimização do roteamento em função das características de EMC. É nesse trecho do *do-file* que são inseridos os comandos e regras que o roteador automático seguirá ao ser executado na etapa seguinte. Os comandos de roteamento equivalem à seqüência de comandos que o projetista realizaria sem o uso do *do-file*. A última etapa do processo consiste de comandos para salvar o roteamento e gerar arquivos para a análise dos resultados.

A grande maioria dos problemas de EMC pode ser minimizada com a adoção de regras bem elaboradas na fase de pré-roteamento. Os exemplos de regras mostrados a seguir são amplamente utilizados em *do-files* e podem ser aplicados à maioria das PCB.

- Definindo uma classe, no caso a classe RESET, composta pelas *nets* RST1 e RST2:

define (class RESET RST1 RST2)

onde:

define- sintaxe do comando.

class- utilizado para indicar uma classe de *nets*.

RESET- nome dado à classe.

RST1 RST2- nome das *nets* que pertencerão à classe *RESET*.

- Limitando o comprimento de trilha de uma *net* específica:

circuit net CLOCK (length 30 0 (type actual))

onde:

circuit- sintaxe do comando.

net CLOCK- define que a regra será aplicada à *net* chamada *CLOCK*.

length 30 0- define o tamanho máximo da trilha como sendo 30 e o mínimo 0. A unidade utilizada é definida antecipadamente, por exemplo: milímetros, polegadas, mils.

type actual- define que os valores 30 e 0 são dados como valores absolutos.

Para aplicar o comando a uma classe de *nets*, como por exemplo o barramento de endereços, deve-se utilizar o seguinte comando:

circuit class ENDERECO (length 50 10 (type actual))

- Limitando o nível máximo de ruído (*crosstalk*) para uma classe de *nets*:

rule class ENDERECO (max_noise 500)

onde:

rule- sintaxe do comando.

class ENDERECO- define que a regra será aplicada à classe *endereco*.

max_noise 500- delimita o nível máximo de ruído na trilha, no caso, 500mV.

- Definindo a distância mínima (*clearance*):

rule PCB (clearance 0.25 (type via_via))

onde:

rule PCB- sintaxe do comando.

clearance 0.25- define a distância mínima em 0,25 da unidade de comprimento.

type via_via- atribui que o *clearance* é entre vias.

Essas regras, como as demais de um *do-file*, permitem variações nos valores das tolerâncias, cabendo ao projetista determiná-las em função de cada caso[3].

RESULTADOS

Foi realizado no NuPES o desenvolvimento de uma PCB para fins educacionais, que utiliza o processador Motorola MPC850 trabalhando em 50MHz, com e sem o uso de *do-file* na fase de roteamento. Fica evidente, pelas análises a seguir, que o roteamento executado com *do-file* apresentou resultados mais satisfatórios quando comparado ao roteamento automático sem as regras.

Na Figura 2, é apresentado o resultado da análise de integridade de sinal e *crosstalk* de uma trilha do barramento de endereços – frequência de 25MHz – com o roteamento feito sem

o uso de *do-file*. Observa-se que o comportamento do sinal é insatisfatório, contendo *overshoot* de até 1,7V e reflexão, não obedecendo aos requisitos de EMC. Isso é causado pelo formato e comprimento da trilha, conforme ilustração na referida figura.

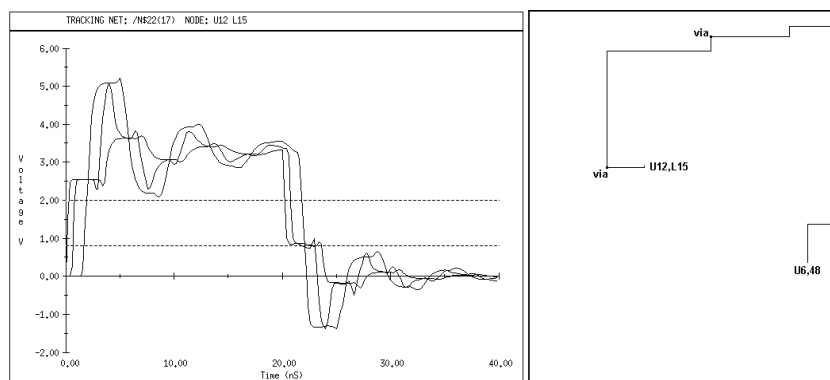


Figura 2. Net roteada sem o uso do *do-file*

A Figura 3 apresenta a análise da mesma *net*, roteada sob as regras impostas pelo *do-file*. Não há degradação do sinal, pois a forma e o comprimento da trilha foram otimizados.

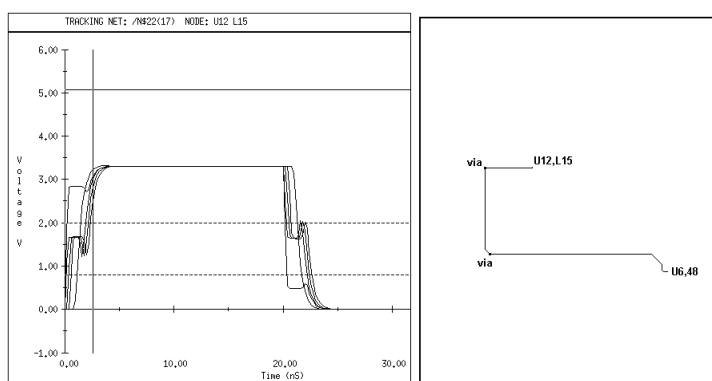


Figura 3. Net roteada com o uso do *do-file*

CONCLUSÕES

Constatou-se, na prática, uma sensível melhoria no resultado da simulação eletromagnética de um sinal roteado através de *do-files*, em comparação ao roteamento do mesmo sinal sem o uso deste recurso. Essa nova sistemática de projeto de PCB também acarreta redução do tempo consumido no processo, tanto quanto do número de retrabalhos (protótipos). Isso se reflete diretamente em economia de recursos – humanos e materiais – e também permite melhores condições de competitividade no desenvolvimento de produtos eletrônicos com circuitos de alta frequência. Com isso, a PCB é mais facilmente aprovada nos ensaios práticos de compatibilidade eletromagnética.

REFERÊNCIAS

- [1] MONTROSE, M.I. EMC and the Printed Circuit Board, New York, 1999, p.185-213.
- [2] MONTROSE, M.I. Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance, New York, 1996.
- [3] PECHT, M. Placement and Routing of Electronic Modules, New York, 1993.
- [4] Spectra Design Language Reference, 1997.