

Plataforma para processamento de sinais em FPGA (PS-FPGA)

Bruno Marcos Espindola

Aluno, Sistemas de Telecomunicações, IFSC
brunomarcosespindola@gmail.com

Glaucio Bertilli Peres

Aluno, Sistemas de Telecomunicações, IFSC
glaucio1986@gmail.com

Marcos Moecke

Prof. , Sistemas de Telecomunicações, IFSC
moecke@ifsc.edu.br

Resumo- Este trabalho implementa um sistema para a aquisição, processamento e reprodução de som e voz, utilizando ferramenta de desenvolvimento para FPGA. O resultado é uma plataforma para processamento de sinais em FPGA (PS-FPGA) que possui um conjunto de módulos para essas funções, e que pode ser utilizada em projetos didáticos para a implementação em tempo real de sistemas inicialmente desenvolvidos em ambiente Matlab/Simulink e que envolvam intenso processamento de sinais. Os FPGAs são dispositivos programáveis capazes de implementar circuitos digitais. A plataforma PS-FPGA foi implementada usando dispositivos da ALTERA disponíveis no kit de desenvolvimento DSP EP2S60 - *DSP Development Kit - Stratix II Edition*. Foram implementados em VHDL ou usando IPs proprietários da ALTERA e estão disponíveis para uso os seguintes módulos de processamento: controle da aquisição do sinal de voz usando o conversor A/D; controle da reprodução do sinal de voz usando o conversor D/A; armazenamento em memória de janelas de tempo de sinais de voz; subamostragem de sinais; filtros com função de transferência programável; gerador de sinais senoidal programável; misturador de sinais.

Para o desenvolvimento da plataforma PS-FPGA foram utilizadas diversas ferramentas da ALTERA, e uma plataforma de hardware desse fabricante. O *hardware* utilizado é voltado ao desenvolvimento de diversos projetos e sistemas com processamento de sinais digitais, possui: conversores D/A de 12 bits que suportam uma taxa de até 125 MHz; conversores A/D de 14 bits que suportam uma taxa de até 165 MHz; oscilador de 100 MHz; mostradores de sete-segmentos; botões do tipo contato-momentâneo (*push-button*); e leds. Tanto o FPGA como os dispositivos periféricos foram utilizados para a implementação da PS-FPGA.

Para a programação do *hardware* do FPGA foi principalmente utilizado o *software* Quartus II, que é um ambiente de desenvolvimento que permite realizar a programação do FPGA utilizando uma linguagem de descrição de *hardware* (*Hardware Description Language* - HDL). O ambiente também permite compilar o programa, definir a conexão dos pinos do FPGA, controlar o uso dos recursos disponíveis na placa, realizar a síntese do circuito no FPGA, e carregar o arquivo de configuração obtido para o FGPA via interface JTAG. Antes do teste no *hardware* optou-se por realizar a simulação exaustiva com o Modelsim-Altera, o qual permite a criação de um banco de testes para detectar erros de im-

plementação dos módulos e cenários sem a necessidade de realizar síntese no FPGA, tornando mais ágil e rápido o desenvolvimento dos módulos. Alguns módulos implementados neste projeto foram desenvolvidos com módulos de Propriedade Intelectual (*Intellectual Property - IP*), que são blocos de códigos HDL com interfaces de configuração predefinidas pelo fabricante do IP. Os IPs utilizados são liberados para uso acadêmico, e por isso simplificam a implementação de projetos, reduzindo o tempo de desenvolvimento e testes.

Com o objetivo de testar os módulos desenvolvidos foram utilizados diversos cenários que exploram características de aplicações reais da área de telecomunicações. Os cenários foram inicialmente simulados usando o Modelsim e em seguida sintetizados no FPGA. Para efetuar as medições foram utilizados em diferentes momentos geradores externos de sinais, osciloscópios, analisadores de espectro. Em alguns cenários optou-se pelo uso do analisador lógico *SignalTap*, que é integrado ao *Quartus II* e sintetizado no próprio FPGA usando a interface JTAG para a captura e apresentação em tempo real de qualquer sinal interno do FPGA. Os cenários implementados em FPGA foram analisados quanto ao hardware necessário, e notou-se uma baixa taxa de ocupação nas aplicações propostas, o que permitiria certamente o uso de chips de menor custo.

Concluído o projeto, esta plataforma disponibiliza uma ferramenta didática que servirá como suporte a trabalhos futuros possibilitando implementar em tempo real, sistemas desenvolvidos no ambiente de desenvolvimento Matlab/Simulink envolvendo o processamento de sinais. Pela sua característica de uso de ferramentas de programação flexível, a plataforma PS-FPGA permite o desenvolvimento de novos módulos para a criação de sistemas mais complexos, tais como aplicações para sinais de áudio, imagem ou vídeo, transmissão e codificação de sinais. Em relação ao kit *DSP EP2S60* da ALTERA utilizado, percebeu-se que o transformador de RF existente junto aos conectores externos SMA impede o uso dos conversores D/A e A/D para sinais de áudio. Em função disso sugere-se que novos estudos e módulos sejam implementados para explorar o CODEC de áudio existente no mesmo kit visando aplicações na faixa entre 20 Hz e 20 kHz. Diante dos resultados obtidos, também sugere-se que se implemente circuitos adicionais que transformem o módulo gerador senoidal em um equipamento de bancada para laboratório de eletrônica e telecomunicações, com boa qualidade e baixo custo. A implementação de equipamentos de análise espectral, usando o misturar de frequências e os filtros seletivos é também uma proposta que se mostra viável com o kit utilizado.

Palavras-Chave: FPGA. Processamento de Sinais. VHDL. Gerador Senoidal. Filtros Digitais.