

Aplicações de FPGA em Sistemas de Telecomunicações

Marco A.S. Stoco, T. M. Siqueira e M. E. V. Segatto

Resumo—Um estudo da utilização de hardware programável no desenvolvimento de modems baseados em OFDM é apresentado. Pretendemos projetar e construir um modem OFDM baseado em FPGA para o problema de transmissão de dados via rede elétrica.

este artigo trata das vantagens do uso de FPGAs em telecomunicações.

Palavras-Chave—FPGA, VHDL, OFDM, Telecomunicações.

I. INTRODUÇÃO

Por um longo tempo o objetivo dos desenvolvedores de sistemas de comunicações era fazer o transmissor e o receptor totalmente digital, consistindo somente de antenas e um circuitos totalmente programável com filtros digitais, moduladores, demoduladores, codificadores e decodificadores de correção de erro, tudo em um único chip. Com o desenvolvimento tanto de técnicas de transmissão digital de dados como dos atuais FPGAs (*Field programmable gate arrays*), com milhões de portas lógicas, isso tem se tornado realidade.

Os FPGAs estão no topo da revolução do processamento digital de sinais da mesma forma que os processadores programáveis, DSPs (*Digital Signal Processors*), estavam a duas décadas atrás. Muitos algoritmos de processamento digital de sinais, como as FFTs, filtros FIR e IIR, para citar apenas alguns, anteriormente feitos com ASICs ou DSPs, estão sendo convertidos para FPGAs. Modernas famílias de FPGAs prevêm suporte para implementação de DSP, o qual são usados para implementar MACs (*multiply-accumulates*) e DAs (*Distributed Arithmetic*) em alta velocidade e baixo custo entre vários outros recursos interessantes.

II. OBJETIVOS

Nosso projeto tem por objetivo a implementação em FPGA de um modem OFDM para aplicação no problema de comunicações de dados via rede elétrica, ou PLC (PowerLine Communication) [1].

III. DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

Os dispositivos lógicos programáveis são circuitos integrados (CIs) digitais que contém blocos de lógica configuráveis (programáveis) junto com interconexões configuráveis entre os blocos. É possível programar esses dispositivos para fazer uma grande variedade de tarefas.

Dependendo de como são fabricados, alguns podem ser programados apenas uma vez, enquanto outro podem ser reprogramados várias e várias vezes.

Departamento de Telecomunicações, Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil. E-mail: mstoco@gmail.com .

Inicialmente esses dispositivos continham apenas arranjos E-OU, mas com o passar do tempo, foram surgindo novas arquiteturas que, além de incorporarem flip-flops, a fim de viabilizar a construção de máquinas de estado, apresentavam capacidade cada vez maior e eram projetados para trabalhar em cada vez mais alta frequência.

Hoje em dia, os dispositivos lógicos programáveis mais utilizados para grandes projetos são os FPGAs (*Field Programmable Gate Array*).

IV. FPGA E VHDL

Fpga é um componente semiconductor de uso geral que pode ser programado para operar como um chip dedicado a uma tarefa específica, ou seja, suas ligações internas podem ser modificadas de modo a produzir o circuito que se necessita.

Um dos mais avançados FPGAs atuais, o VIRTEX-4 da Xilinx [2], pode funcionar com um clock do sistema máximo de 500 MHz, e ainda possuir transceivers de 622 Mbps até 10.3125 Gbps, circuitos de processamento digital de sinais de até 256 GMACS (18x18), um PowerPC em hardware funcionando até 450 MHz, processando até 1,360 DMIPS em um único dispositivo.

Dessa forma é possível fazer uma grande integração dos sistemas digitais, sendo possível ter 200,000 células lógicas, onde são implementados grandes sistemas em um único chip (SoC), e ter funcionalidades embutidas de forma a aumentar a capacidade lógica efetiva e diminuir o custo do dispositivo.

À medida que a capacidade dessas estruturas cresce, cresce também o número de possíveis utilizações, tornando os FPGAs muito difíceis de programar. Para resolver esse problema, os FPGAs são programados através de linguagens de descrição de hardware, HDL (Hardware description language).

Dentre as várias linguagens de descrição de hardware existentes destaca-se o VHDL (Very high design Language); essa linguagem teve um rápido crescimento desde sua criação e tem sido usada por muitos engenheiros no mundo para criar todos os tipos de circuitos eletrônicos.

V. APLICAÇÕES EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

A possibilidade de produzir vários projetos eletrônicos virtualmente (através do VHDL e posterior simulação) e de virtualmente analisar suas características, além da facilidade em fazer modificações e adaptações nos projetos têm chamado a atenção de muitos engenheiros na área de telecomunicações, onde a procura por maior eficiência e velocidade e menor custo tem se tornado incessante.

Para se fazer uso desses modernos FPGAs em sistemas de telecomunicação, é necessário que se desenvolva eficientes técnicas de modulação digital. Uma das técnicas que mais tem se destacado é a OFDM [3](*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), principalmente por que utiliza a FFT (*Fast Fourier Transform*) para fazer a modulação.

A técnica OFDM tem sido bastante utilizada ultimamente, principalmente em aplicações que requerem alta taxa de transmissão, como por exemplo: modems PLC (Power Line Communication) e ADSL, redes wireless como Wi-Fi (802.11) e HiperLAN/2, transmissões digitais de vídeo, DVB (Digital Video Broadcast) e áudio, DAB (Digital Audio Broadcast), entre outros.

Em [1] implementa-se um modem com modulação OFDM para transmissão de dados em uma rede PLC em um FPGA da fabricante Xilinx (Spartan II). Na figura 1, onde está o diagrama de blocos básico desse modem, podemos ver que praticamente todas as etapas do tratamento dos dados foram feitas dentro do FPGA, integrando assim em um único chip vários processos distintos.

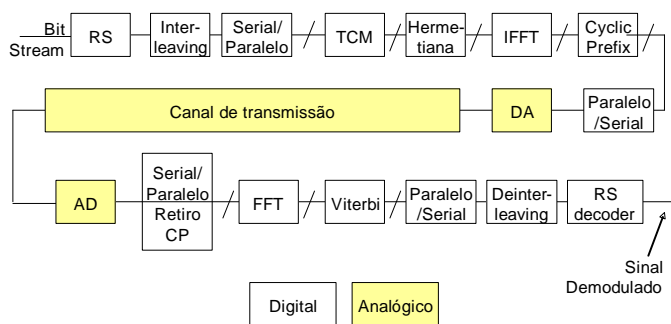


Fig. 1. Transceptor OFDM típico.

A possibilidade de concentrar em um único chip vários processos torna esse elemento extremamente útil, principalmente em projetos onde a interação entre diferentes CIs acarretaria em inserção de ruído no sinal e perdas de potência.

Outra forma de utilização dos FPGAs em telecomunicações é em modems de transmissão wireless, em especial para Internet via satélite, onde muitas vezes o modem se encontra em regiões de difícil acesso e transporte, assim, possíveis atualizações ou correções de erros do hardware podem ser feitas através do próprio computador, sem que haja a necessidade do transporte do modem para atualização.

Os FPGAs representam também uma alternativa ao uso de DSP (*Digital Signal Processor*) em projetos de telecomunicações, pois, além de trabalharem em frequências maiores, e apresentarem menor dissipação de potência, os FPGAs têm o custo mais baixo em relação aos DSPs de mesma frequência e mesma capacidade de processamento.

Atualizações no hardware podem ser feitas sempre que algo que melhora o desempenho do circuito pode ser inserido, ou sempre que adaptações no circuito possam fazer com que este funcione de forma otimizada, de acordo com as necessidades específicas do sistema.

Existem muitas outras aplicações para FPGAs em

telecomunicações e em todo tipo de sistema digital onde existe a necessidade de eficiência, velocidade e baixos custos.

VI. CONCLUSÕES

A utilização dos FPGAs em telecomunicações tem se tornado uma maneira eficiente de se implementar projetos digitais de forma dinâmica e mais barata; e tende a crescer quanto maior for a capacidade e confiabilidade desses dispositivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio dos professores e colegas do departamento de telecomunicações da Universidade Federal do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- [1] J. L. Silva, T. M. Siqueira, B. N. Souza, L. F. Rocha, C. J. Munaro, E. O. T. Salles, M. E. V. Segatto e H. G. Tostes *Técnica OFDM Aplicada a Power Line Communications*. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, Salvador, Bahia- 2003.
- [2] <http://www.xilinx.com/virtex4>. Visitado em 27 de maio de 2005.
- [3] John A. C. Bingham, *Multicarrier Modulation for data transmission: An idea whose time has come*. IEEE communications magazine, Maio 1990.