

Implementação de sistema para contagem múltipla de pulsos e controle de periféricos utilizando FPGA

Pedro Henrique Oliveira*, Cristiano M. Gallep.

Resumo

Aqui é apresentado um sistema digital para aquisição multicanal, utilizando um FPGA para contagem de pulsos de detectores de emissão espontânea, UPE, na faixa entre $300 < \lambda < 650$ nm de amostras biológicas de tamanho reduzido, tais como sementes em germinação e bactérias em crescimento, assim como uma interface de usuário escrita em C++ para controle de aquisição e de periféricos.

Palavras-chave:

FPGA, aquisição de dados, fotônica.

Introdução

Graças aos avanços tecnológicos da eletrônica, computação e fotônica, a biofotônica (ciência que trata das interações entre os organismos vivos e a luz) se tornou objeto de estudo para diversas aplicações, como biomedicina, espectroscopia, biotecnologia, medicina nuclear, construção das gamas câmaras. Válvulas Fotomultiplicadoras (Photomultiplier Tubes, PMT) são dispositivos mais viáveis em relação ao custo/benefício para detecção de luz de intensidade ultra fraca, sendo em geral utilizada na construção de câmaras escuras para pesquisas e testes com micro-organismos diversos. No Laboratório de Fotônica Aplicada - LaFA (Faculdade de Tecnologia - UNICAMP), a detecção de emissão de luz ultra-fraca em sementes tem sido explorada em estudos toxicológicos e cronobiológicos, utilizando as PMTs para detecção de luz.

Resultados e Discussão

O sistema digital de contagem de pulsos multicanal foi batizado de "LaFA Multichannel Counting Unit (MCU)" implementada em uma placa de desenvolvimento educacional ALTERA DE2. A MCU toma como entrada 7 PMTs, que enviam pulsos elétricos ao FPGA, que são amostrados ao longo do tempo.

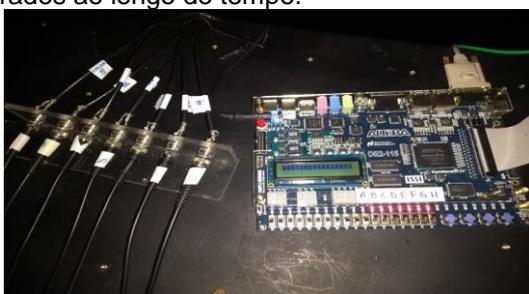


Figura 1. Placa Altera DE2-115 com a interface de conexão. Para a contagem de pulsos de 20 ns, as portas de entrada devem ser amostradas a 50 MHz e, assim, o clock do FPGA precisa ser sincronizado por blocos IP de bloqueio de fase especiais (PLL) fornecidos pela Altera. Este bloco PLL funciona como um sistema de controle que, a partir de um sinal de entrada, gera um sinal de saída com frequência e fase instantânea em sincronismo com o sinal amostrado. A oscilação do clock foi aumentada para 200 MHz, de modo que opera sob uma condição além do teorema de Nyquist e, portanto, este sistema pode ser usado para contagens de PMTs com largura de pulso menor que 10 ns em aplicações futuras.

Os dados são enviados da MCU para um computador hospedeiro via interface serial utilizando um conversor RS232-USB. Um script escrito em Matlab é responsável por ler e armazenar os valores de contagem enviados ao PC. Também foi escrito um código em C++ que implementa uma interface de usuário, UI, que controla as operações de aquisição e contém controle de fonte e de iluminador, como mostra a figura 2.

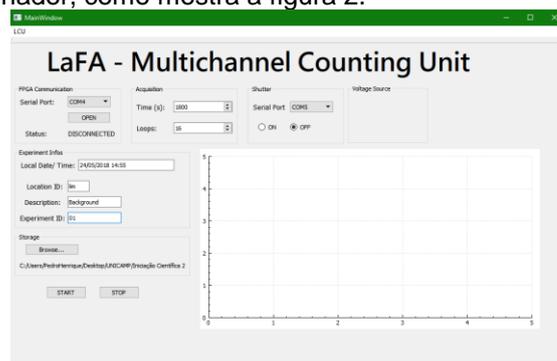


Figura 2. Interface de Usuário em desenvolvimento no Qt.

Conclusões

Este projeto pode ser implementado com apenas 326 registradores, 46 dos 529 pinos físicos disponíveis (9%) e apenas 634 elementos lógicos, menos de 1% do total disponível no Cyclone IV. Uma UI foi desenvolvida em C++, como alternativa ao programa Matlab, com a possibilidade de controlar os periféricos como o driver do obturador, fonte de luz externa e fonte de energia das PMTs. A UI executa a aquisição e armazenamento da contagem transmitida pelo FPGA durante um tempo pré-definido. O VHDL completo, Códigos Matlab e C++ (Qt), e instruções para instalação e uso estão disponíveis em:

<https://drive.google.com/lafa/multichannel>

Agradecimentos



- [1] Colli, L., & Amp. Facchini, U. (1954). Light emission by germinating plants. *Il Nuovo Cimento* (1943-1954), 12(1), 150-153.
- [2] GALLEP, Cristiano M. (2014). Ultraweak, spontaneous photon emission in seedlings: toxicological and chronobiological applications
- [3] PEDRONI, Volnei A. Circuit design and simulation with VHDL. MIT press 2010 - 2nd ed.
- [4] D. Branning, and S. Bhandar, M. Beck. (2009) Low-cost coincidence counting electronics for undergraduate quantum optics.