

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA

2013.2

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO
PARA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR BASEADO
EM FPGA

PROPOSTA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aluno	Cecil Accetti Resende de Ataíde Melo	{caram@cin.ufpe.br}
Orientador	Edna Natividade da Silva Barros	{ensb@cin.ufpe.br}
Co-orientador	Ricardo Emmanuel de Souza	{res@df.ufpe.br}

Novembro de 2013

Índice

1. CONTEXTO	3
2. OBJETIVOS	4
3. CRONOGRAMA.....	5
4. BIBLIOGRAFIA	6
5. ASSINATURAS.....	7

1. Contexto

Ressonância magnética nuclear (RMN) é um fenômeno que ocorre quando os núcleos de certos átomos são submetidos a um campo magnético estático e então expostos a um segundo campo magnético oscilante, absorvendo e re-emitindo radiação eletromagnética. A frequência desta radiação, frequência de Larmor ou de ressonância, é determinada pela intensidade dos campos aplicados e das propriedades magnéticas do núcleo, sendo característica de cada isótopo. Estas frequências tipicamente se estendem da faixa de HF (dezenas de MHz) até UHF (~900 MHz), em equipamentos práticos.

Aplicações de RMN se estendem nas várias áreas da ciência e da engenharia, como na caracterização de materiais – espectroscopia por RMN, e na obtenção de imagens biomédicas (MRI – magnetic resonance imaging), por exemplo. Devido à esta variedade de aplicações, diversas arquiteturas de sistemas de RMN foram desenvolvidas, explorando as especificidades de cada experimento, embora sejam similares num nível mais alto de abstração.

O espectrômetro é a parte central de um sistema de RMN, sendo responsável pelo controle e transmissão de pulsos de radio-frequência (RF), e pela recepção do sinal induzido, chamado free-induction decay ou FID, emitido pelos núcleos atômicos no processo de relaxação [1], para posterior análise no computador.

Para caracterização de materiais como marcadores magnéticos e agentes de contraste, é necessário que o sistema de RMN opere numa ampla faixa de frequências. Entretanto, as arquiteturas típicas, baseadas em módulos e componentes analógicos, não se prestam à operação em banda larga, sendo estas de alto custo, tamanho, e consumo de potência.

Como forma de reduzir os custos e possibilitar o projeto de um sistema de banda larga, técnicas de *software-defined radio* podem ser utilizadas. *Software-defined radio* (SDR) é um conjunto de tecnologias de transmissão, recepção e processamento de radio-frequência, utilizando o mínimo de componentes analógicos externos, sendo seus principais componentes implementados em software [2].

Field-programmable gate-arrays (FPGA) são candidatos naturais para a implementação de SDRs, devido ao seu paralelismo intrínseco e, nos dispositivos mais recentes, alta densidade de elementos lógicos por área de circuito, sendo competitivos com soluções tradicionais, como *application-specific integrated circuits* (ASICs).

2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo implementar um sistema de controle, transmissão, recepção e processamento de RMN completo, utilizando técnicas de SDR para minimizar o número de dispositivos e componentes analógicos em seu *front-end*. O sistema é formado por dois módulos principais de *hardware* e *software*.

O *hardware* consiste em um *front-end* analógico com amplificadores de baixo-ruído para RF (Low-noise amplifiers, LNAs), conversores analógico-digital (ADC) e digital-analógico (DAC), e um FPGA da família Cyclone II da Altera [3]. No FPGA serão implementados os módulos de controle do experimento de ressonância, transmissão (modulação) de RF, recepção dos FIDs, além da interface USB com um computador (PC).

O software é a interface de operação do sistema, que possibilita sua parametrização, controle e a visualização e pré-processamento dos sinais de RMN.

3. Cronograma

O cronograma a seguir detalha as etapas do desenvolvimento do sistema proposto e do trabalho de graduação.

Atividade	Período																	
	Novembro			Dezembro					Janeiro				Fevereiro			Março		
Especificação	■	■																
Implementação do Hardware – Placas de Circuito Impresso		■	■	■	■	■												
HW – Integração dos módulos do FPGA				■	■	■	■	■	■									
SW– Implementação				■	■	■	■	■										
Testes do sistema em operação									■	■	■							
Escrita da Monografia											■	■	■					
Preparação da Apresentação													■	■	■			
Apresentação																	■	

4. Bibliografia

- [1] Fukushima E and Roeder S B W, Experimental Pulse NMR: a Nuts and Bolts Approach, Addison-Wesley, Reading, MA, USA,1981.
- [2] J. Mitola, The Software Radio, IEEE National Telesystems Conference, 1992 - Digital Object Identifier 10.1109/NTC.1992.267870
- [3] Cyclone II Device Handbook vol. 1, San Jose, CA: Altera Corp.2008
- [4] Melo, C.A.R.A.; de Souza, R.E. (2012). "FPGA-based digital direct-conversion transceiver for Nuclear Magnetic Resonance Systems". 25th Symposium on Integrated Circuits and Systems Design
- [5] Liang, Xiao. Weimin Wang, "A radio-frequency source using direct digital synthesis and field programmable gate array for nuclear magnetic resonance", Rev.Sci.Inst., 80,124703,2009.

5. Assinaturas

Cecil Accetti Resende de Ataíde Melo
Aluno

Edna Natividade da Silva Barros
Orientador

Ricardo Emmanuel de Souza
Co-orientador

Recife, 29 de novembro de 2013