



Avaliação de Desempenho de Arquitetura para Conversores Analógicos para Informação Configurável

Arthur de Lima Carneiro¹, Edmar Candeia Gurjão²

RESUMO

Na digitalização de sinais analógicos, feitas por Conversores Analógico-Digitais(ADC) a informação é convertida com uma quantidade de redundância considerável. A Amostragem Compressiva surgiu como uma técnica que busca a digitalização dessa classe de sinais de forma que busquemos somente a informação contida neste sinal. Essa técnica é realizada somente com taxas menores que as definidas pelo teorema de Nyquist.

Baseando-se nisso, alguns Conversores Analógico para Informação (AIC) vêm sendo desenvolvidos explorando a esparsidade que alguns sinais possuem em determinados domínios, porém funcionam com arquiteturas dedicadas a certas classes de sinais. Na UFPG está sendo desenvolvido um AIC que busca cobrir uma variedade maior de sinais esparsos através de parâmetros configuráveis.

Palavras-chave: Amostragem Compressiva, Conversor Analógico para Informação, Sinais Esparsos

¹Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: arthur.carneiro@ee.ufcg.edu.br

²Engenharia Elétrica, Professor Doutor, Departamento de Engenharia Elétrica, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: ecandeia@dee.ufcg.edu.br

PERFORMANCE EVALUATION OF A CONFIGURABLE ANALOG TO INFORMATION CONVERTER

ABSTRACT

In the digitalization of analog signals, made by Analog-to-Digital Converters (ADC), the information is converted with such a considerable redundancy. The Compressive Sensing emerged as a technique that makes the digitalization of that signal class so that we find just the informations contained on it. That technique is realized just in lower rates than Nyquist Theorem.

Based on this, some Analog-to-Information Converters have been being developed exploring de sparsity of some signals in certain domains, however they work just with certain signal classes. In UFCG have been being developed an AIC that seeks to cover a greater variety of signals through configurable parameters.

Keywords: Compressive Sensing, Analog to Information Converter, Sparse signals

INTRODUÇÃO

Durante conversão de sinais analógicos para digitais feitas por Conversores Analógico-Digitais (ADC), tanto a informação, quanto a redundância são convertidas. Podendo posteriormente ser excluída a redundância nos procedimentos subsequentes no processamento.

A Amostragem Compressiva é uma técnica que possibilita a digitalização de algumas classes de sinais, buscando extrair somente a informação dos mesmos. Fundamentado nisso, algumas arquiteturas de Conversores Analógico para Informação (AIC) têm sido desenvolvidas. Atualmente há um AIC em desenvolvimento na UFCG e o presente projeto tem por objetivo avaliar os estudos da sua implementação e a sua simulação em software. A diferença deste para os demais é que sua arquitetura foi desenvolvida de forma configurável para que possa cobrir uma variedade maior de sinais esparsos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Amostragem Compressiva

A cada ano a humanidade tem batido seus próprios recordes de dados gerados em espaços de armazenamento, estima-se que em 2015 tenhamos gerado cerca de 8 *zettabytes* de dados (1 *zettabyte* = 10^{21} *bytes*). Mesmo com essa quantidade exorbitante, é necessário ressaltar que uma parcela considerável de tudo isso não é relevante ou simplesmente redundante a ponto de procurarmos formas de diminuir a geração desse tipo de informação.

Tendo isso em vista, a Amostragem Compressiva (em inglês *Compressed Sensing*) é uma técnica que tem por objetivo minimizar o volume de dados. Eles utilizam-se somente os dados com os maiores coeficientes da base em questão tornando nulo todos os outros valores e diminuindo a quantidade de dados no sinal. Esse princípio é utilizado em diversos modos de compressão com perdas, como o JPEG e MP3.

Os conversores Analógicos-digitais (ADC) são baseados no modelo de Nyquist-Shannon, que convertem os sinais integralmente em dados digitais, mesmo que o mesmo possua uma grande quantidade de redundância. Posteriormente essa redundância pode vir a ser eliminada por algum compactador de dados.

Os Conversores Analógico para Informação (AIC) fundamentam-se na Amostragem Compressiva para mudar o modelo dos ADCs clássicos, eles buscam reconstruir um sinal original sem respeitar a taxa de Nyquist (com valores bem menores que esta). Dessa forma o sinal é representado com poucos valores não-nulos, característica chamada de esparsidade, e desta forma ele já está comprimido.

Sinais Esparsos

Se x for um sinal de N elementos em que k dos elementos são nulos, podemos afirmar que esse sinal é esparso e que a quantidade de elementos não-nulos desse sinal é a sua esparsidade.

Vale ressaltar que tal esparsidade é relativa somente ao domínio que o sinal se encontra. Um sinal não-esparso pode ser representado em outro domínio de maneira esparsa, ou seja, que grande parte da informação contida nesse sinal pode estar inserida em seus coeficientes não-nulos.

Podemos afirmar também que a esparsidade é um modelo não-linear para diferentes tipos de sinais. Uma mesma base pode ser esparsa para alguns tipos de sinais e não para outros. Isso pode ser visto se pegarmos um conjunto de 2 ou mais sinais esparsos e combiná-los linearmente não necessariamente teremos outro sinal esperso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais até então utilizados foram artigos do orientador e qualificação de doutorado de Wanderson Reis sobre Amostragem Compressiva e AIC configuráveis, um computador com sistema operacional Windows 8 e MATLAB 2014b e *Simulink* instalados, extensões para o MATLAB CVX, *L1-Magic* e YALMIP, Simulação de Vanderson Reis de um AIC configurável.

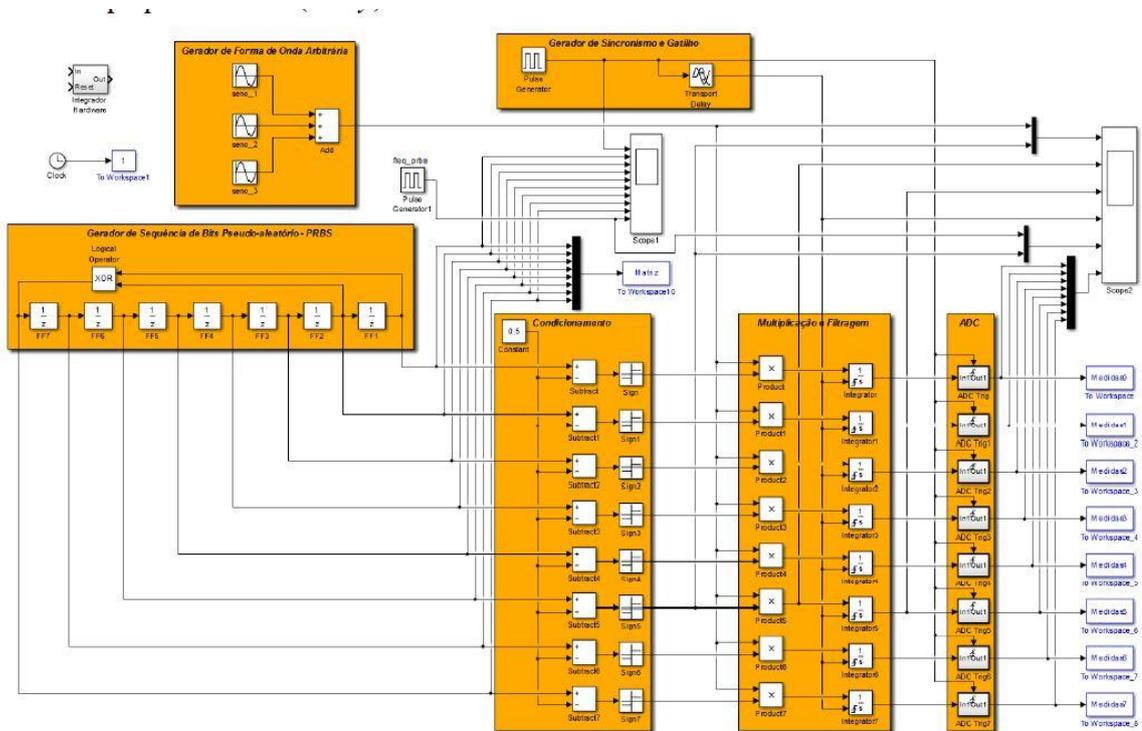


Figura 1 – Ambiente do Simulink do protótipo de AIC utilizado nas simulações.

Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica do material em texto fornecido para introduzir melhor o conteúdo que viria a ser abordado no trabalho com reuniões para discutir possíveis dúvidas.

Posteriormente iniciou-se a análise da simulação, seu comportamento com a mudança de parâmetros de entrada ou de processamento e visualizando na recuperação do sinal a influência de cada uma dessas alterações.

Após observar algumas diferenças no modo que o sinal estava sendo recuperado, resolvemos investigar outros métodos de recuperação de sinal de norma ℓ_1 . Verificou-se a existência da extensão L1-Magic do MATLAB e traçamos um eixo comparativo entre este e o CVX na recuperação de sinais esparsos. Entretanto, o L1-Magic não possuía em seus *solvers* compatibilidade com o domínio complexo, ao contrário do CVX.

Posteriormente encontrou-se mais um *toolbox* que pudesse auxiliar nas simulações e traçar eixos comparativos, tratava-se do YALMIP que após ser feita uma análise em sua documentação mostrou-se capaz auxiliar nos mais diversos problemas de otimização convexa de forma aparentemente mais abrangente que o próprio CVX. Entretanto, o custo para a aquisição e a falta de detalhes em alguns *solvers* por não apresentarem documentação própria ou qualquer tipo de tutoriais dificultou o uso dessa ferramenta em simulações.

Inicialmente tratamos em simulações no MATLAB/*Simulink* para nos familiarizar com o comportamento e configuração, para que quando chegasse o momento de utilizarmos o *hardware* do AIC termos os resultados obtidos como base e poder realizar uma quantidade de situações diversas e avaliar a relevância em testar futuramente no equipamento.

Entretanto, após a entrega da documentação sobre o andamento do trabalho o bolsista não estava mais apto a continuar no projeto por conter mais reprovações que o permitido em seu histórico. O projeto, então, foi cancelado no mês de março de 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como dito anteriormente, durante a reprodução das simulações feitas com o código do AIC em desenvolvimento houve uma diferença de fase e amplitude do sinal recuperado com o originalmente fornecido e isso foi investigado. Inicialmente a suspeita seria que fosse algum problema com a plataforma de simulação utilizada, que era o CVX e procuramos a alternativa com o L1-Magic. Simulações com sinais originais esparsos foram realizadas em ambas extensões. Nas Figura 2 e Figura 3 vemos que a recuperação foi feita sem qualquer diferença de fase em ambos os casos. Para esta simulação foram utilizados sinais no domínio Real(\mathbb{R}), entretanto quando se trata de sinais no domínio complexo o L1-Magic se mostra ineficaz em fazer sua recuperação. Por essa razão, para deixar o simulador generalista foi mantido o CVX como extensão que faz o processamento para a normalização \mathbb{R}_1 .

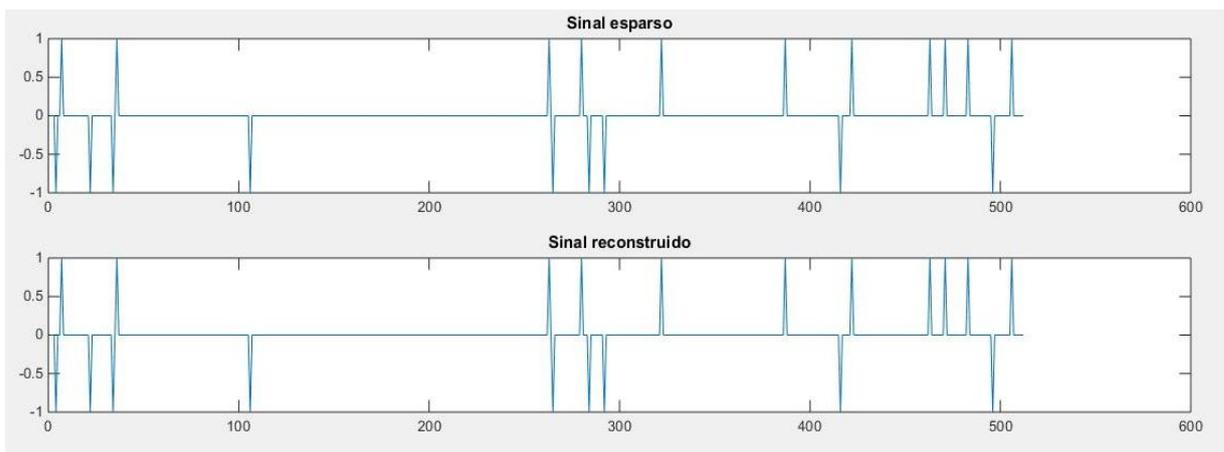


Figura 2 - Espectro dos sinais esparsos original e recuperado pelo L1-Magic no domínio Real com esparsidade 20.

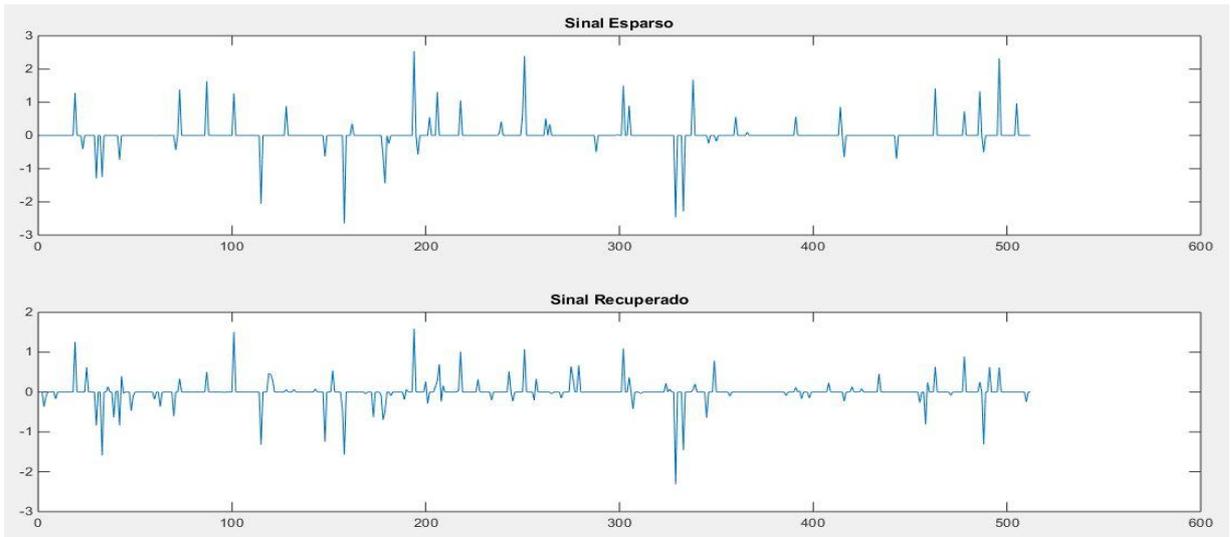


Figura 3 - Espectro de sinais esparsos original e recuperado pelo CVX no Domínio Real com esparsidade 53.

CONCLUSÃO

Até o ponto que a pesquisa chegou pôde-se constatar que o protótipo que foi simulado computacionalmente obteve resultados satisfatórios e condizentes com a teoria. As ferramentas utilizadas até então apresentaram-se como as mais adequadas e que possuía a maior quantidade de recursos para o AIC.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. Agradecemos pela oportunidade dada à pesquisa através do PIBIC. À UFCG pelo incentivo à pesquisa acadêmica e aos colegas do Grupo de Pesquisas em Radiometria e ao Grupo de Pesquisas em Amostragem Compressiva e a Vanderson Reis pelo apoio e suporte no decorrer do andamento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REIS, V. de L. **Conversor Analógico para Informação Configurável**. Proposta de Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Elétrica), Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2015.

REGIS, C. D. M.; CALDEIRA, L. G.; GURJÃO, E. C. Avaliação da Amostragem Compressiva em Sinais de ECG e Imagens Digitais. **Revista Principia**. João Pessoa, n.95, p.95-104, 2016.