



UTILIZAÇÃO DA PLACA SIGEx NO DESENVOLVIMENTO DE AULAS EXPERIMENTAIS PARA A DISCIPLINA ANÁLISE DE SINAIS E SISTEMAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFMA

Manuel Leonel da Costa Neto – manuel.leonel@gmail.com

José Roberto Quezada Penã – jrkezada@yahoo.com

Maria de Fátima Santos – profatima@hotmail.com

Francimary Macêdo Martins - francimary@dee.ufma.br

Roberto Arturo Quezada Sales – robertoaqs@hotmail.com

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Engenharia de Eletricidade

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966

CEP: 65080-805 – São Luís – Maranhão

***Resumo:** Este documento apresenta uma proposta de utilização da placa SIGEx, desenvolvida pela Empresa Emona Instruments Pty Ltd Australia, para a realização de experimentos com base nos conteúdos teóricos da disciplina Análise de Sinais e Sistemas do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O objetivo principal é dar um caráter prático a teoria de sinais e sistemas de modo que possa facilitar o processo ensino-aprendizagem. A disponibilidade da placa SIGEx é resultado das ações envidadas no sentido de se fomentar o uso das Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) nos cursos de graduação, via Programa CACI&ST (Centro Avançado de Capacitação Industrial) do DE.EE, e a participação no Edital nº 015/2010/CAPES/DED. É descrito o desenvolvimento de experimentos com placa SIGEx para um filtro FIR, com os resultados e as conclusões obtidas. Os experimentos demonstram uma gama de testes que podem ser realizados pelos alunos de forma que desenvolvam habilidades e competências através de medições rigorosas e precisas no estudo de conceitos e fenômenos fundamentais, na plataforma SIGEx.*

***Palavras-chave:** Experimentos, SIGEx, Análise de Sinais e Sistemas, Engenharia Elétrica.*

1. INTRODUÇÃO

A disciplina Análise de Sinais e Sistemas é oferecida regularmente no Curso de Engenharia Elétrica da UFMA com carga horária de 60 horas teóricas, e faz parte do núcleo das disciplinas profissionalizantes em consonância com o item XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas; Parágrafo 3, Artigo 6º da Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia¹.

¹ Resolução CNE/CES 11/02 - <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>



As tecnologias que se utilizam, de uma forma ou de outra, de algum tipo de inteligência, cujo objetivo é facilitar a tomada de decisão do indivíduo, e em especial, a aquisição do saber, são denominadas de tecnologias do conhecimento (ROSINI 2007). Os avanços da informática, dos computadores e outros recursos tecnológicos têm exercido efeito significativo nos processos desenvolvidos nos sistemas educacionais.

Esses avanços estão presentes em todas as áreas do conhecimento. Na área das engenharias existem diversos programas específicos que simplificam e agilizam as tarefas acadêmicas em inúmeras situações, auxiliando os alunos para uma melhor compreensão e fixação dos conteúdos.

Existem sistemas em software e hardware que podem ser utilizados de forma prática na confirmação de procedimentos e resultados teóricos, facilitando o processo ensino-aprendizagem, sobretudo dentro da área de Engenharia Elétrica que têm como base conhecimentos teóricos de matemática e conhecimentos teóricos e práticos de física.

A *National Instruments* (NI)² é uma empresa líder mundial no fornecimento de sistemas de teste medição para engenheiros e cientistas. Seus softwares servem aos propósitos tanto educacionais quanto de pesquisa. A empresa “está transformando a maneira que engenheiros e cientistas projetam, prototipam e implementam sistemas de medição, automação e aplicações embarcadas. A NI potencializa os clientes com software de mercado como o LabVIEW e hardware modular de ótimo custo benefício” (NATIONAL INSTRUMENTS, 2013). Apesar de oferecer softwares pagos, os custos para aquisição de sua licença são baixos em relação ao uso que se dá a seus produtos. Nos últimos 14 anos, a revista FORTUNE nomeou a NI entre uma das 100 melhores empresas para se trabalhar na América.

A disciplina Análise de Sinais e Sistemas contempla, basicamente, conteúdos como: sinais e sistemas: conceituação e classificação para tempo contínuo e discreto; sistemas lineares invariantes no tempo (SLIT); análise de Fourier para sinais de tempo contínuos; resposta em frequência; transformada de Laplace; amostragem de sinais; transformada Z; aplicações: sistemas de comunicações, filtros digitais e sistemas com realimentação.

A plataforma de experimentação SIGEx, desenvolvida pela Emona Instruments Pty Ltd, empresa australiana que é “Partner Aliance” da National Instruments, apresenta versatilidade no desenvolvimento de experimentos para comprovação de resultados obtidos de forma teórica na análise de Sinais e Sistemas e usa o “BenchTop” NI-ELVIS II+ como base para realização das medições e apresentação dos resultados.

Neste trabalho é apresentada a plataforma de desenvolvimento da SIGEx operando em conjunto com a NI ELVIS+ e o LabVIEW, e relacionados alguns possíveis experimentos que podem ser desenvolvidos em laboratórios para análise de sinais. Também é apresentado o desenvolvimento e implementação de um filtro passa-baixas usando a estrutura FIR de forma ilustrativa, para apresentar a dinâmica da plataforma. O filtro FIR evidentemente é um subtópico da disciplina Análise de Sinais e Sistemas do Curso de Engenharia Elétrica da UFMA.

2. LABVIEW

LabVIEW é o software base da plataforma de projeto da *National Instruments*. É uma linguagem de programação gráfica que utiliza ícones, em vez de linhas de texto, para criar aplicações: utiliza programação baseada em fluxo de dados, onde o fluxo determina a execução – diferente das linguagens de programação que são orientadas por texto.

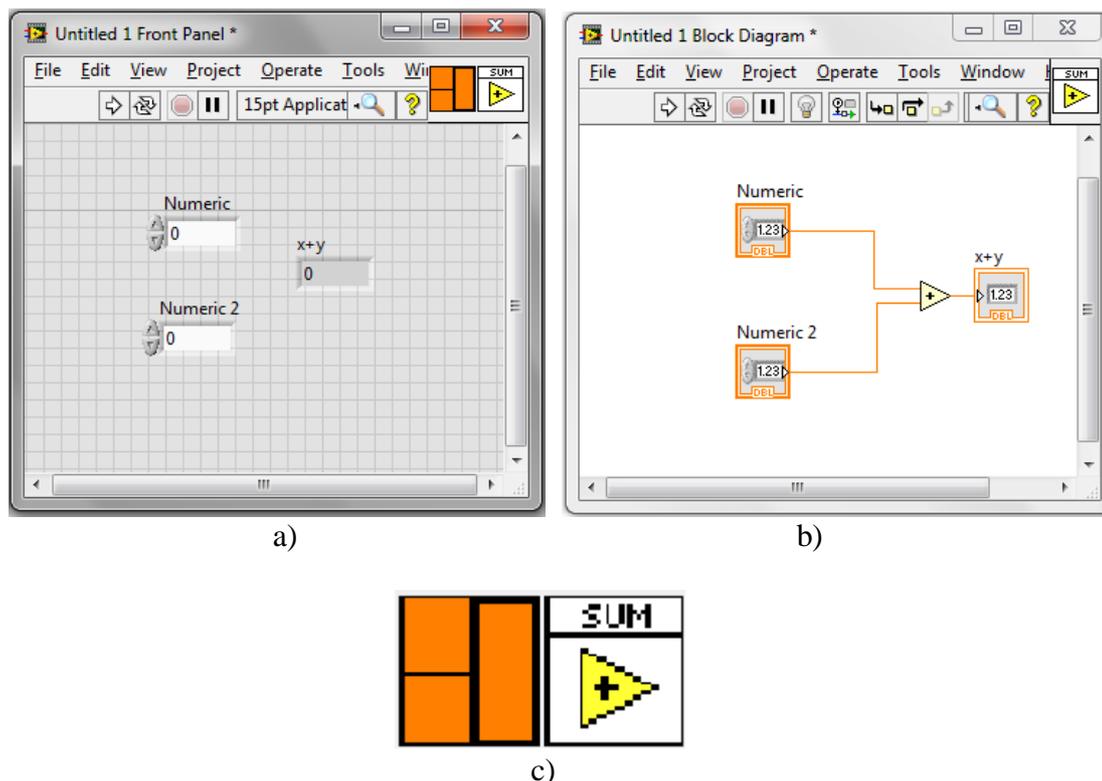
² NI Brasil - <http://brasil.ni.com/empresa>



É, portanto, “um ambiente de desenvolvimento voltado à resolução de problemas, produtividade acelerada e inovação contínua”³.

Os programas em LabVIEW são chamados de instrumentos virtuais (VIs - *Virtual Instruments*). Os VIs contêm três componentes principais: o painel frontal, o diagrama de blocos e o painel de ícones e conectores, conforme mostrado na “Figura 1”.

Figura 1 – Componentes do LabVIEW: a) painel frontal, b) diagrama de blocos e c) painel de ícones e conectores.



O LabVIEW oferece ferramentas para resolver os problemas com maior rapidez e eficiência (com capacidade para inovação futura). As áreas de aplicações mais frequentes são: aquisição de dados e processamento de sinais (medições, processamento de sinais e análises avançadas); Controle de instrumentos (automatização da coleta de dados, controle de vários instrumentos e visualização dos testes); Automatização de sistemas de teste e validação (validação ou teste de fabricação de seu produto, e visualização dos testes); Sistemas embarcados de monitoramento e controle (reutilização de códigos ANSI C e HDL, integrar hardware pronto para o uso, criar protótipos, acessar ferramentas especializadas para a área médica, robótica e outras mais); e especialmente para o ensino acadêmico (utilização de uma abordagem de aprendizagem prática e interativa, combinando o projeto de algoritmos com medições de dados do mundo real) - (CF. NI LabVIEW).

³ NI LabVIEW - <http://www.ni.com/labview/pt/>

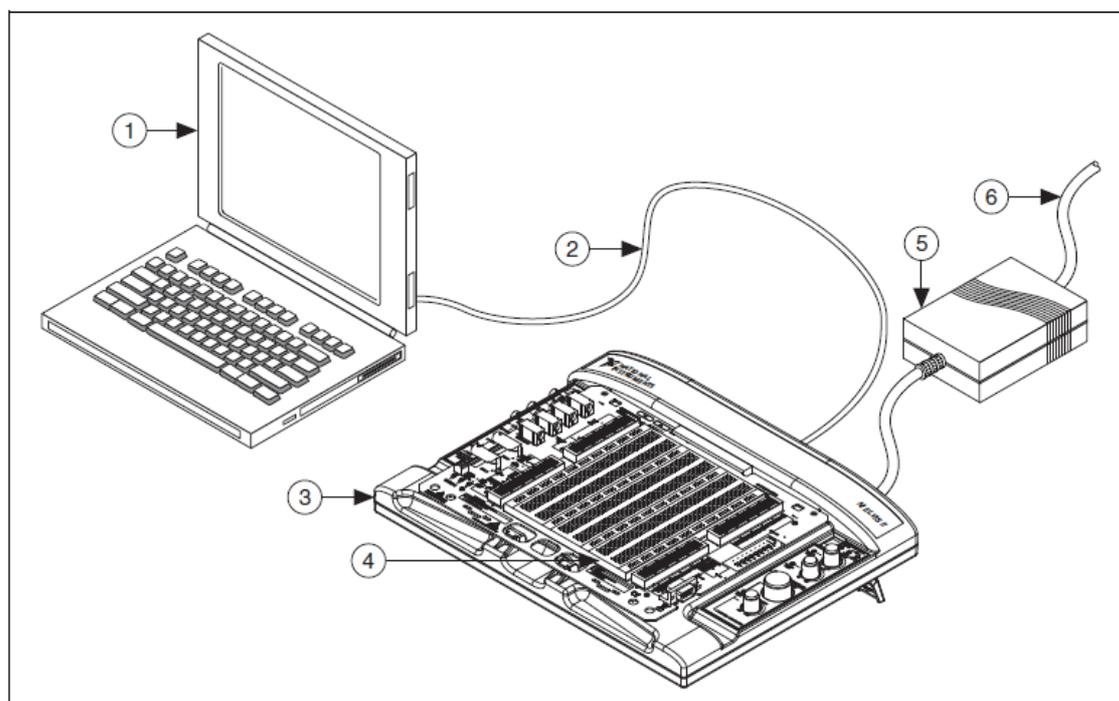
3. PLATAFORMA NI ELVIS

A plataforma de projeto e prototipagem NI ELVIS (*National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite*) é uma plataforma de experimentação desenvolvida pela *National Instruments* e integra 12 (doze) instrumentos virtuais utilizados com mais frequência na Engenharia Elétrica, dentre eles: osciloscópio, multímetro digital, gerador de funções, analisador das curvas de bode, etc. É projetado em um formato compacto e é ideal para laboratórios e salas de aula, fornecendo uma aquisição e exibição das medições de forma rápida e fácil. A “Figura 2” mostra como é feita a conexão da plataforma a um computador.

Baseado no software de projeto gráfico de sistemas NI LabVIEW, o NI ELVIS oferece a flexibilidade da instrumentação virtual e a capacidade de personalizar sua aplicação (NATIONAL INSTRUMENTS, 2011, p. 1). Combina simulação de circuitos e medições dos instrumentos do NI ELVIS no ambiente de captura e simulação NI Multisim (ambiente de captura e simulação SPICE da NI, peça fundamental da solução de ensino de circuitos – é considerado o melhor ambiente de simulação SPICE padrão da indústria): essa simulação permite ao NI ELVIS trazer os circuitos da teoria para a realidade.

O NI ELVIS, portanto, é uma plataforma de experimentação genuinamente educacional, desenvolvida para atender a necessidade de preencher a lacuna que os alunos das engenharias encontram ao se confrontarem com a necessidade de integrar a teoria com os conceitos de aplicação em campo. É habilitada para ensinar assuntos como: teoria de projeto de circuitos, instrumentação, controle, telecomunicações, sistemas embarcados, sistemas micro-controlados e micro-processados, eletrônica de potência, dentre muitas outras áreas de conhecimento (NATIONAL INSTRUMENTS, 2011).

Figura 2 – Plataforma NI ELVIS conectada a um Laptop



1 - Laptop

2 - Cabo USB

3 - Estação de trabalho NI Elvis

4 - Placa de prototipagem da NI ELVIS

5 - Fonte de Alimentação AC/DC

6 - Cabo de alimentação para a rede AC



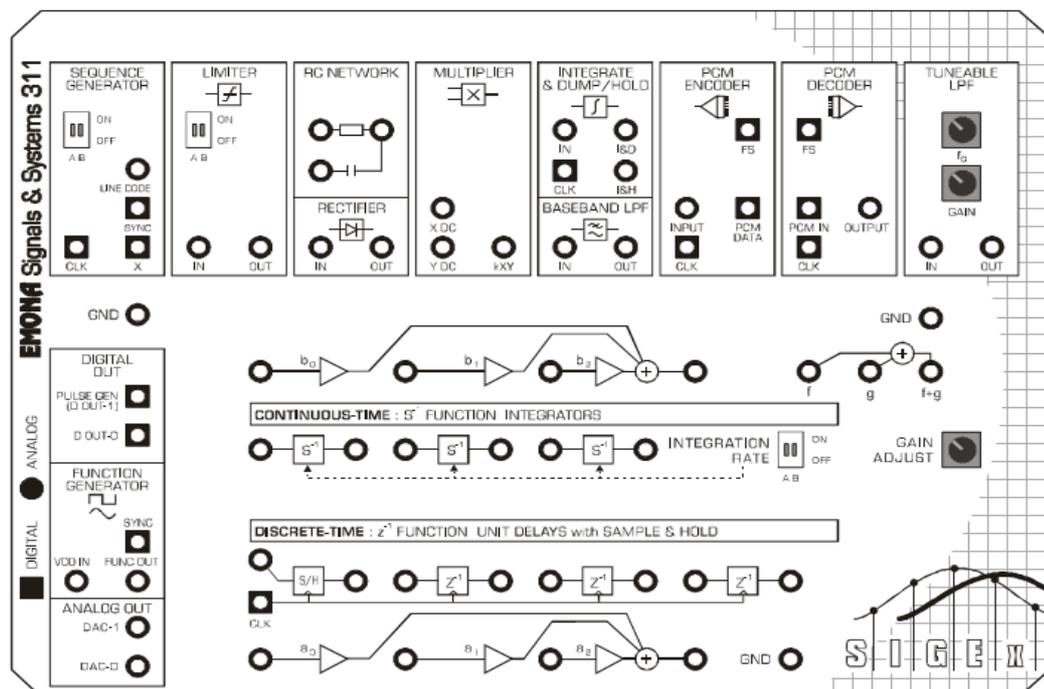
4. A PLACA SIGEx

As experiências que podem ser realizadas com a placa SIGEx reúnem a teoria matemática e a implementação prática. Com isso, é possível explorar a representação de processos físicos por modelos matemáticos e testar e medir os benefícios e limitações de tais modelos. Pode-se também explorar o modo como os domínios no tempo e na frequência se complementam e as formas práticas de pensar e de teorizar em ambos. Através de medições, cálculos e observações pode-se desenvolver a capacidade de consolidar o entendimento desses domínios.

A placa SIGEx personaliza os instrumentos disponíveis na plataforma NI ELVIS de modo a produzir instrumentos para experimentos específicos, os quais podem ser utilizados para interagir com diferentes estruturas de circuitos ((RADZYNER & MANFREDINI, 2011).

Esta placa é constituída por blocos de circuitos independentes, onde cada bloco implementa uma só função. Assim, é possível usar o conjunto de blocos para implementar vários tipos de experimentos diferentes. Neste caso, as entradas e saídas de cada bloco são conectadas através de cabos flexíveis de 2 mm conforme cada diagrama de blocos apresentado na “Figura 3”.

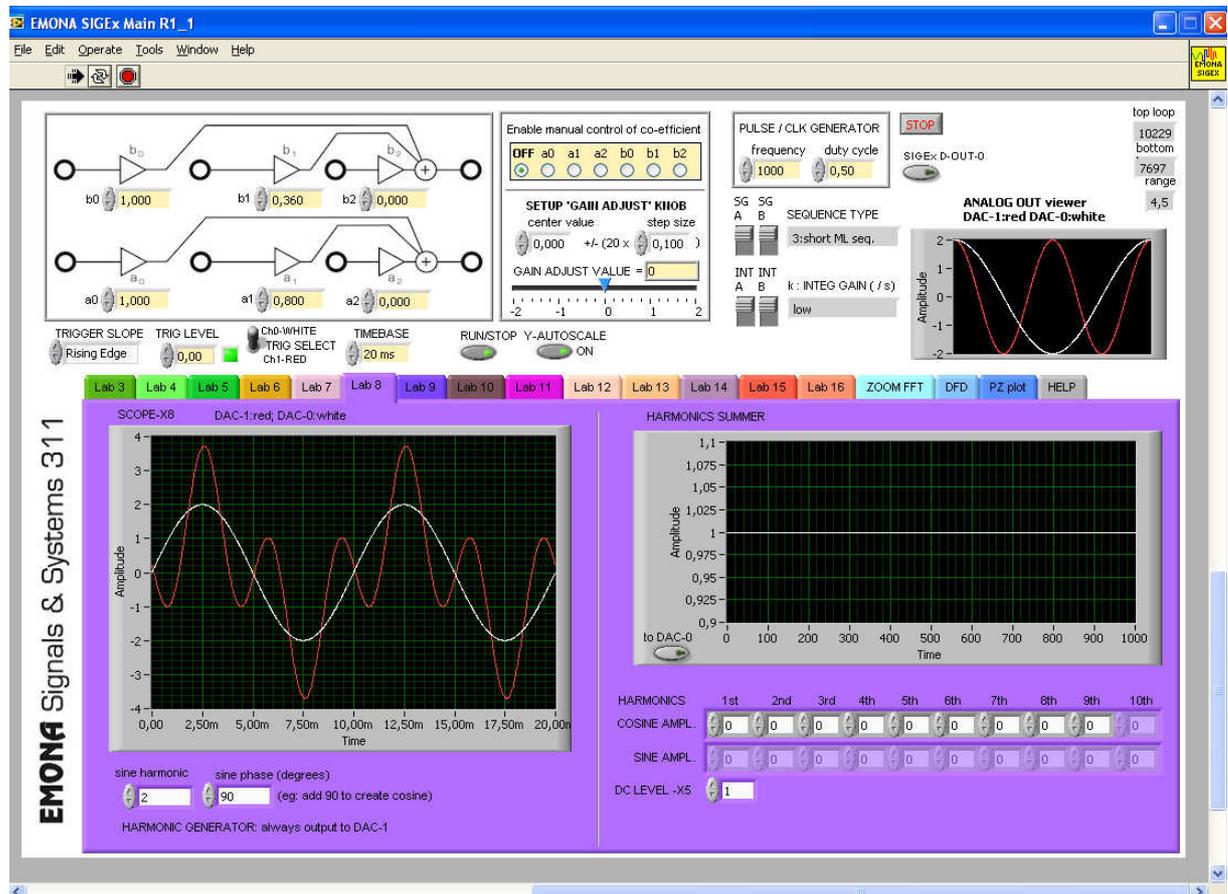
Figura 3 - Layout da placa EMONA SIGEx a ser conectada à plataforma NI Elvis



Associada à placa SIGEx existe um software que ao ser instalado em um PC, e acionado o respectivo ícone na tela do Windows, produz uma tela conforme mostrado na “Figura 4”, onde é possível fazer ajustes de ganho, frequência, etc. dos sinais provenientes da placa SIGEx, ou seja, todo o controle do sinal pode ser efetuado pela tela correspondente no PC. Este software complementar, instalado em um PC, permite ao usuário fazer modificações no experimento quer seja através da tela do PC ou na própria placa.

O diferencial desta placa em relação ao software MATLAB e ao próprio LabVIEW é que os experimentos são realizados de forma real e não de forma virtual, podendo, portanto operar com sinais gerados nos circuitos físicos contidos na própria placa.

Figura 4 – Layout do painel frontal da placa SIGEx em um PC.



5. EXPERIMENTOS REALIZADOS COM A PLACA SIGEx

Atráves da placa SIGEx é possível realizar experimentos tendo como base a teoria apresentada nos principais livros de Sinais e Sistemas, tais como: Lathi (LATHI, 2007), Oppenheim (OPPENHEIM, 2010), Simon Haykin (HAYKIN, 2001), dentre outros.

Neste caso, podem ser realizados experimentos como: geração de sinais especiais; análise de sistemas lineares; análise de Fourier; localização de polos e zeros usando Transformada de Laplace e Transformada Z; amostragem de sinais contínuos no tempo; conversão A/D e Filtros Digitais. Alguns experimentos são descritos no Manual de Laboratório relativo a plataforma SIGEx e fornecidos pelo fabricante Emona (RADZYNER & MANFREDINI, 2011).

Esta seção apresenta um experimento com um filtro digital FIR, de forma ilustrativa, para apresentar a dinâmica da plataforma. Os Filtros digitais são estudados no último tópico da disciplina Análise de Sinais e Sistemas, a partir dos conhecimentos adquiridos anteriormente, e se constitui como uma das aplicações mais importantes, podendo ser aplicado nas

disciplinas: Controle, Processamento Digital de Sinais, Instrumentação Eletrônica e Processamento de Sinais Biomédicos.

5.1. Síntese Teórica de Filtros FIR

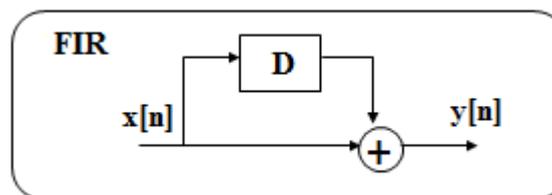
Em um sistema de transmissão, a função de um filtro é remover partes não desejadas do sinal, como o ruído, ou extrair partes úteis do sinal, como determinadas componentes que estão dentro do espectro de frequências de interesse. Um filtro digital usa computação (processamento digital de sinais) para implementar a ação de filtragem que deve ser executada em um sinal de tempo contínuo (HAYKIN, 2001).

Em relação à recursividade do sinal de saída os filtros digitais, podem ser classificados como FIR (*Finite Impulse Response*) e IIR (*Infinite Impulse Response*). Cada classe apresenta vantagens e desvantagens e é de responsabilidade do projetista analisar a situação específica da aplicação e, então, determinar o que apresenta maior adequabilidade.

Os Filtros FIR são definidos como filtros não recursivos ou de resposta ao impulso finita (FIR) e tem uma estrutura básica sem realimentação, conforme mostrado na “Figura 5”.

O sinal de saída de um filtro não recursivo em função do sinal de entrada pode ser expresso como um polinômio simples dado pela “Equação (1)”. Deduz-se que a sua função de transferência não apresenta pólos no denominador e, desta forma, pode-se controlar a resposta do sistema a partir dos zeros. Uma das vantagens principais é a sua estabilidade.

Figura 5 – Estrutura Básica de um Filtro FIR.



$$y[n] = \sum_{k=0}^N b_k x[n-k] \quad (1)$$

Onde: $y[n]$ é o sinal de saída, b_k são os coeficientes e cada valor de k corresponde ao número de unidades de atraso aplicadas ao sinal de entrada $x[n]$.

A função de transferência deste filtro $H[z]$ pode ser obtida aplicando-se a transformada Z em ambos os membros da Equação (1) resultando inicialmente a Equação (2) e por dedução a Equação (3).

$$Y[z] = b_0 X[z] + b_1 X[z-1] + \dots + b_k X[z-k] \quad (2)$$

Resultando:

$$H[z] = \frac{Y[z]}{X[z]} = b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_k z^{-k} \quad (3)$$

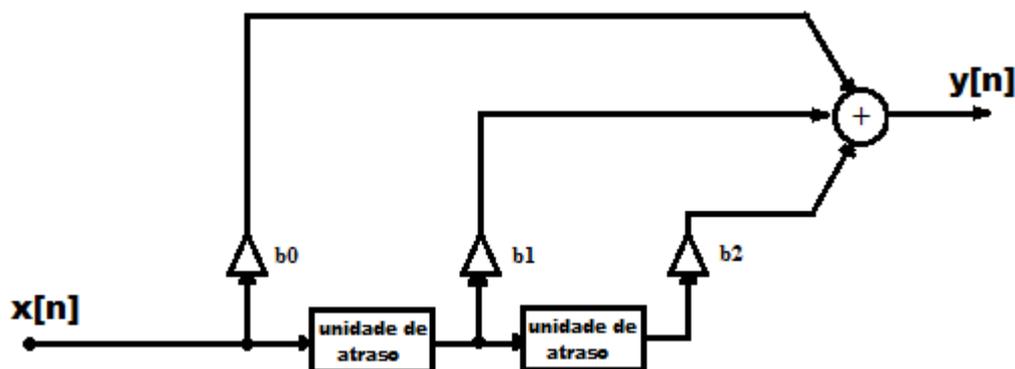
Na placa SIGEX os coeficientes aparecem de forma evidente e as unidades de atraso são denominadas de z^{-1} .

5.2. Filtro Notch usando a estrutura FIR

Normalmente, um filtro notch é usado para atenuar, de forma significativa, um sinal com determinada frequência que está interferindo em sinais de interesse na sua proximidade. Uma situação típica é quando se deseja fazer a aquisição de um sinal eletrofisiológico com uma amplitude relativamente baixa e na sua vizinhança existe uma interferência do sinal da rede elétrica de 60 Hz, sobrepondo e afetando a aquisição do sinal de interesse.

É possível, então, montar um filtro deste tipo usando a estrutura FIR com apenas duas unidades de atrasos como já mostrado na “Figura 6”.

Figura 6 - Esquema de um Filtro FIR com duas Unidades de Atraso.

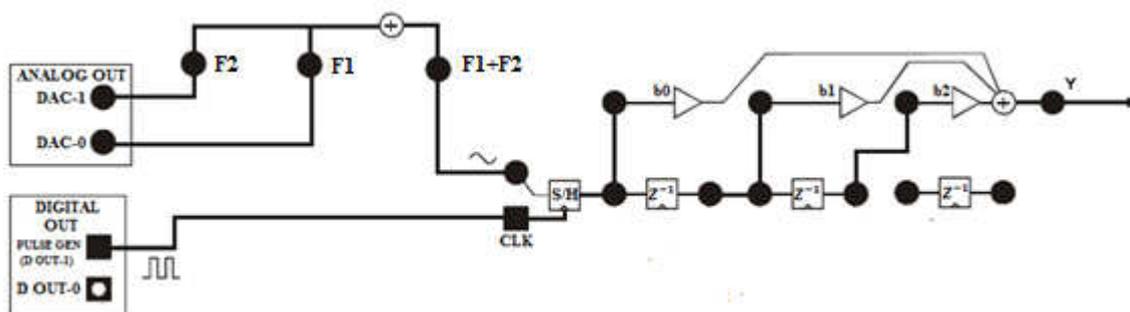


Como se observa na “Figura 6”, tem-se um estágio somador com três entradas, além das unidades de atraso, e os ganhos de cada entrada são ajustados através dos valores dos coeficientes b_0 , b_1 , e b_2 .

Procedimento Prático

Neste experimento o filtro notch implementado na “Figura 7” é usado para eliminar a interferência de um sinal indesejado com frequência F_1 , sobre o sinal com frequência com F_2 .

Figura 7 – Esquema de um filtro FIR com duas unidades de atraso usando a SIGEx.





Após atentar para as recomendações do Manual SIGEx, com relação ao manuseio da placa, para evitar que cargas eletrostáticas danifiquem os circuitos da mesma e efetuar a montagem na plataforma NI Elvis, deve-se iniciar o experimento conforme o procedimento abaixo:

1. Ajustar os ganhos em cada entrada do somador, a frequência do gerador de pulsos (PULSE GEN) e o osciloscópio, no painel do SIGEx, para os seguintes valores:
 - a. Ganhos nas entradas do somador: $b_0 = 1,0$; $b_1 = -1,8$; e $b_2 = 0,902$.
 - b. Gerador de pulsos: 10 kHz, ciclo de trabalho (duty cycle) = 0,5 (50%).
 - c. Gerador de Funções: 1000 Hz; 4Vpp. Sinal senoidal selecionado.
 - d. Osciloscópio: base de tempo com 4 ms; borda de gatilhamento na subida no canal CH0; nível de gatilhamento = 0 V.
2. Observar no osciloscópio que na saída analógica **DAC-0** tem-se um sinal senoidal com $F_1 = 500$ Hz e que na saída analógica **DAC-1** tem-se um sinal senoidal com $F_2 = 1300$ Hz.
3. Adicionar estes dois sinais usando o somador com duas entradas ($F + G$) para produzir o sinal com frequência $F_1 + F_2$.
4. Variar um pouco o valor de b_1 para cima e para baixo e observar o efeito na saída.
5. Observar o sinal de entrada do filtro, após o estágio S/H (sampling and hold), através do canal CH0 do osciloscópio e o sinal de saída do filtro através canal CH1. Observar também que o intervalo entre as amostras na saída do estágio S/H é consistente com a frequência de clock.
6. Observar na tela FFT do painel SIGEx o espectro do sinal na saída do filtro.
7. Variar o valor de b_1 até atenuar significativamente a componente de baixa frequência ($F_1 = 500$ Hz) do sinal composto pelas duas frequências.

Resultados Obtidos

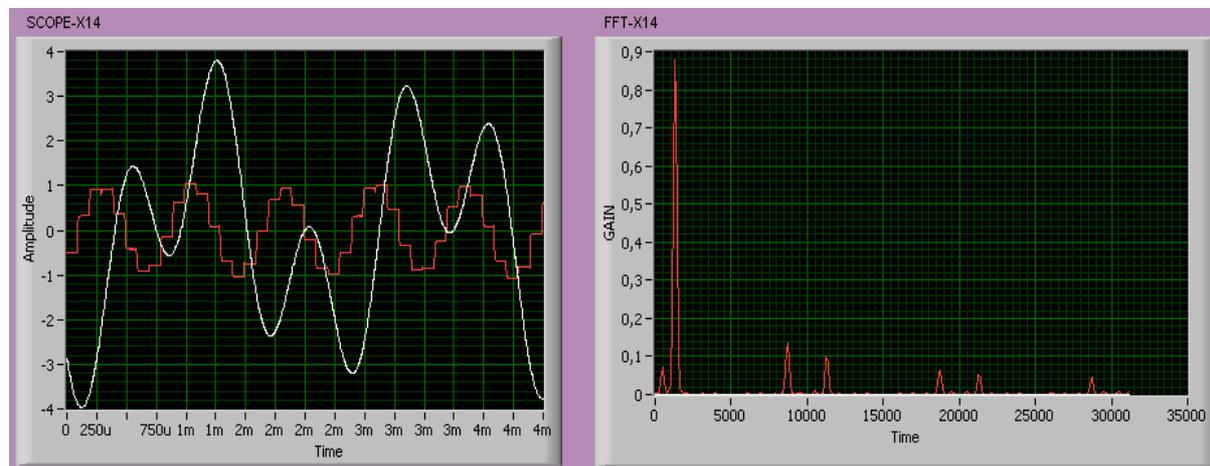
Os resultados podem ser observados de forma gráfica no painel do SIGEx para um valor de ganho $b_1 = -1,8$, conforme mostrado na “Figura 8”.

Na tela à esquerda desta figura, o sinal de entrada aplicado ao estágio S/H, correspondente ao somatório dos sinais com frequências F_1 (500Hz) e F_2 (1300Hz), tem forma de onda em branco e o sinal de saída do filtro tem forma de onda em vermelho, o qual pode ser reconstruído posteriormente como uma senoide através de um filtro passa-baixas.

Na tela à direita tem-se o espectro do sinal de saída do filtro, com destaque para a componente do sinal com frequência F_2 . Assim, no espectro do sinal de saída do filtro, tem-se um ganho normalizado de aproximadamente 1,0 para o sinal com F_2 e 0,1 para o sinal com F_1 . Observa-se, também, alguns componentes de frequências bem acima de 1300 Hz, que não causam interferência no sinal de 1300 Hz, provavelmente gerados por ruídos internos.

Através de testes adicionais é possível observar no gráfico do espectro que para ganhos b_1 na faixa de $-1,6$ a $-2,0$ o sinal predominante continua sendo o de frequência F_2 (1300Hz), de modo que o filtro notch funciona bem dentro dessa faixa de ganho.

Figura 8 – Sinal de Saída do Filtro Notch e o Espectro de Frequências



Conclusão

Conclui-se que a montagem e os testes realizados com a placa SIGEx são de fácil desenvolvimento e visualização e que através do experimento é possível mostrar a eficácia na eliminação de sinais que causam interferência em um determinado sinal desejado. Apenas com a análise gráfica e ajuste dos ganhos foi possível eliminar o efeito do sinal com frequência F_1 , sem a necessidade de expressões matemáticas, ao não ser para efeito de confirmação dos resultados.

Além disso, o experimento proporcionou um melhor entendimento da ferramenta NI LabVIEW que juntamente com a plataforma NI ELVIS II e a placa SIGEx se mostraram bastante eficientes e intuitivas no ensino de análise de sinais sistemas reais, fugindo do modelo antigo de ensino onde se realizavam apenas simulações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Engenhar, conforme o dicionário Aurélio *on-line*⁴ significa traçar, idear, inventar, fabricar, construir artificialmente. O Engenheiro, em toda sua vida acadêmica, necessita engenhar, e uma importante habilidade para o engenheiro e cientista é a capacidade de fazer medições rigorosas e precisas, de modo frequente, a fim de estudar os fenômenos.

Disciplinas como a Análise de Sinais e Sistemas, que pertencem ao grupo das disciplinas profissionalizantes, são muito específicas e importantes na formação do profissional Engenheiro e por isso requerem ações práticas no sentido de efetivar o que foi estudado.

Atualmente, tem-se utilizado em larga escala os softwares MATLAB e Simulink para auxiliar o entendimento dos conteúdos não só da disciplina Análise de Sinais e Sistemas, como também disciplinas de Eletrônica e até mesmo Processamento Digital de Sinais, através de traçados de gráficos e simulações,

Por outro lado, a combinação da programabilidade LabVIEW da unidade ELVIS NI, bem como as entradas numerosas analógicas e digitais e saídas disponíveis tornam conveniente a

⁴ <http://www.dicionariodoaurelio.com/Engenhar.html>



criação de instrumentação personalizada para uso na prática. A placa SIGEx é um bom exemplo dessa integração de hardware disponível e controle de software (RADZYNER & MANFREDINI, 2011).

A placa de experimentos SIGEx para Sinais e Sistemas fornece uma vasta gama de oportunidades para aprender e praticar metodologias experimentais em uma série de tópicos relacionados com sinais e sistemas que são a base comum para estudantes de engenharia em diversas disciplinas.

Os experimentos realizados com a placa SIGEx são resultantes das ações envidadas no sentido de se fomentar, no ambiente acadêmico do Curso, o uso das Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) nos cursos de graduação, via Programa CACI&ST (Centro Avançado de Capacitação Industrial) do DE.EE que objetiva promover, sobretudo, a reformulação e atualização tecnológica dos laboratórios, e a participação no Edital nº 015/2010/CAPEs/DED que pretende o uso exaustivo das TICs para apoio às atividades de ensino e aprendizagem. A absorção das tecnologias a serem introduzidas no Curso de Engenharia é realizada por professores do Departamento que participam do Programa de Relacionamento da NI do Brasil (COSTA NETO *et al*, 2012).

Evidentemente que, após uma avaliação mais aprofundada sobre a utilização da placa SIGEx no desenvolvimento de experimentos relativos a teoria de Análise de Sinais e Sistemas, considerando o conteúdo da disciplina como um todo e a capacidade criativa e dedutiva do aluno, pretende-se, em parceria com o fabricante da plataforma SIGEx, desenvolver melhorias a essa Plataforma de Ensino, tornando a mesma mais abrangente em termos de experimentos. Num segundo momento, e com tecnologia inteiramente nacional, planeja-se propor uma Plataforma inteiramente reformulada e que possa ser fabricada a um custo relativamente baixo, compatível com o "BenchTop" NI ELVIS da *National Instruments*. Atualmente, já estão sendo mantidos contatos com a NI e EMONA nesse sentido, que acenam para um cenário favorável a essa viabilização.

Agradecimentos

Agradecemos ao Núcleo de Educação a Distância – NEAD/UFMA pela iniciativa e apoio dado na formação de recursos humanos através do Curso “Fomento para TICs na Educação”; ao Departamento de Engenharia de Eletricidade da UFMA pelo incentivo dado para a elaboração deste artigo; à CAPES, através do Edital nº 15/2010, que proporcionou recursos financeiros para inicialização do projeto CACI e as empresas: *National Instruments* do Brasil, XILINX/ANACOM, e Mosaico Freescale como parceiras e que ministraram treinamentos relativos à utilização das plataformas e ao desenvolvimento de projetos; e a Alfred Breznik, da empresa EMONA, por disponibilizar a placa SIGEx para uso laboratorial na Universidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA NETO, M. L. da; PEÑA, J. R. Quezada; MARTINS, Francimary M.; SALES, Roberto A. Q. Inserção de novas metodologias e tecnologias nos laboratórios do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão. Anais: XL Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: UFPA, 2012.

HAYKIN, S. Sinais e Sistemas. Porto Alegre: Bookman, 2001. 668 p.

HSU, Hwei P. Sinais e Sistemas. Porto Alegre: Bookman, 2004. 432 p.

LATHI. B.P. Sinais e Sistemas Lineares. Porto Alegre: Bookman, 2007. 856 p.



NATIONAL INSTRUMENTS. O que é o NI ELVIS? Publicado em dez. 2011. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/8599/pt>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

NATIONAL INSTRUMENTS. Sobre a National Instruments. Disponível em: <<http://brasil.ni.com/empresa>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

OPPENHEIM.A.V., WILISKY.A.S. Sinais e Sistemas. 2.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2010. 567 p.

RADZYNER, R; MANFREDINI, C. Fundamentals of Signal & Systems: Emona SIGEx Lab Manual. v.1. Austrália: Emona TIMS Pty Ltda, 2011.

ROSINI, A. M. As novas tecnologias da informação e a educação a distância. São Paulo: ed. Thomson, 2007.

SIGEx PLATE USE IN THE DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL SCHOOL DISCIPLINE FOR ANALYSIS OF SIGNALS AND SYSTEMS COURSE OF ELECTRICAL ENGINEERING UFMA

Abstract: *This document presents a proposal for the use of SIGEx Experimentation Platform developed by company Emona Instruments Pty Ltd Australia, to carry out experiments based on the theoretical content of the course Analysis of Signals and Systems discipline of the Electrical Engineering Course, of Federal University of Maranhão (UFMA). The main objective is to give a practical approach to the theory of signals and systems so that it can facilitate the teaching-learning process. The availability of the SIGEx Platform result of actions carried out in order to promote the use of Information and Communication Technologies (ICTs) in undergraduate courses, via Program CACI & ST (Advanced Industrial Training Centre) which aims to promote the DE.EE, and participation in Announcement No. 015/2010/CAPES/DED. We describe the development of an experiment with SIGEx Platform for an FIR filter with the findings and conclusions. The experiments demonstrate a range of tests that can be performed by students in order to develop skills and competencies through rigorous and precise measurements in the study of fundamental concepts and phenomena, the SIGEx platform.*

Key-words: *Experiments, SIGEx, Analysis of Signals and Systems, Electrical Engineering.*