



## **DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DIDÁTICA PARA USO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS NIDAQ 6009 EM AMBIENTE SCILAB**

**Lászlón Rodrigues da Costa** – laszloncosta@gmail.com

**Wilkley Bezerra Correia** – wilkley@dee.ufc

Curso de Engenharia da Computação, Universidade Federal do Ceará – Campus Mucambinho

Rua Estanislau Frota,S/N – Centro

CEP 62010-560 – Sobral – Ceará

**Vandilberto Pereira Pinto** - vandilberto@ufc.br

**Rômulo Nunes de Carvalho Almeida** - rnunes@dee.ufc.br

Curso de Engenharia da Elétrica, Universidade Federal do Ceará – Campus Mucambinho

Rua Estanislau Frota,S/N – Centro

CEP 62010-560 – Sobral – Ceará

***Resumo:** Softwares de cálculo numérico podem se tornar um problema para engenheiros e estudantes devido às particularidades e facilidades que cada aplicativo específico possui. Para análise de dados do mundo real geralmente se recorre a circuitos analógico-digitais capazes de coletar dados e converter para forma digital ou o inverso. Essas são as placas de aquisição de dados. O presente trabalho traz uma solução para uso dessas placas integradas a um software numérico open source, o SCILAB®. A NI USB-6009 trata-se de uma placa de baixo custo fabricada pela National Instruments™ que pode ser aplicada em uma vasta gama de processos presentes na indústria e academia. O fabricante do equipamento fornece uma biblioteca na linguagem C para controle do equipamento. O SCILAB® é capaz de interagir com rotinas em outras linguagens de programação como C e o FORTRAN, tornando assim possível o compartilhamento e controle da placa diretamente no ambiente de trabalho do software em questão.*

***Palavras-chave:** Placa de aquisição de dados, software livre, SCILAB*

### **1. INTRODUÇÃO**

Um dos grandes objetivos em ambientes acadêmicos é a utilização de métodos didáticos que possam tornar, de forma mais efetiva, a compreensão de assuntos estudados. Neste sentido em cursos de engenharia é comum aulas de caráter prático/experimental onde os discentes tem a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos adquiridos em sala. Neste tipo de procedimento pedagógico é comum o uso de



ferramentas computacionais que proporcionam um amálgama entre teoria e prática. No caso específico dos cursos de Engenharia da Computação e Elétrica da Universidade Federal do Ceará, podemos observar um grande número de disciplinas com estas características prático/teórica em sua grade curricular. Nesse contexto, O SCILAB© constitui uma solução adequada para este propósito, com elevado grau de confiabilidade em suas operações numéricas, além de se poder contar com o benefício de pertencer à classe dos *open source*.

As disciplinas práticas na área de controle e automação têm em comum a necessidade de adquirir dados do mundo real e analisá-los por meios computacionais. Para isso é necessário a utilização de equipamentos que torna possível a troca de dados entre computadores e o ambiente externo. Essa função é realizada pelas placas de aquisição de dados. O SCILAB©, diferentemente de alguns similares proprietários, não tem interação direta e nativa com essas placas. O presente trabalho mostra uma solução desenvolvida para a placa USB-6009 do fabricante *National Instruments*<sup>TM</sup>, onde se fez possível a troca de informação entre o SCILAB© e o equipamento, por intermédio de rotinas programadas na linguagem C.

O artigo é dividido em duas seções: fundamentação técnica e resultados obtidos. O primeiro aborda como foram desenvolvidas as rotinas e integradas ao *software* e o segundo expõe os resultados práticos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Frequentemente para armazenamento, transmissão ou mesmo processamento de dados do mundo real, recorre-se a circuitos analógico-digitais, onde tensões ou sinais analógicos podem, através de transdutores específicos, representar grandezas como temperatura, velocidade, força etc. Tensão essa que é convertida para forma digital a fim de ser ligado a um sistema digital. Esse é o conceito geral de aquisição de dados segundo Campilho (CAMPILHO, 2000).

A placa USB-6009 é uma placa de aquisição de dados básica e de baixo custo, porém é poderosa o suficiente para aplicações sofisticadas (NATIONAL, 2012). Como o nome sugere, a placa usa comunicação serial através do barramento *universal serial bus* (USB).

O fabricante fornece junto a equipamento ferramentas para utilização da placa, dentre estas está uma biblioteca para linguagem de programação C. O SCILAB© possibilita o uso de rotinas em outras linguagens, como C e FORTRAN, onde é feito um compartilhamento de dados, tanto para as rotinas quanto para o ambiente do programa (LEITE, 2009). Essa característica torna possível a proposta apresentada.

### 2.1. Adaptação e/ou ajustes de código em C

Para total adequação das rotinas C com o SCILAB© foi necessário manter algumas características:

- As funções em C tem como tipo de valor de retorno o vazio. O compartilhamento de dados entre o ambiente de trabalho e as rotinas só é possível através de passagem por referência, ocorrendo assim um compartilhamento de endereços de memória entre SCILAB© e a linguagem C pura.



- Os dados manipulados na rotina foram tratados em forma de vetores. As funções de leitura da placa podem retornar um conjunto de dados em uma unidade de tempo especificado, sendo assim necessário um tratamento vetorial.

As rotinas foram mantidas de forma que sua operação fosse a mais básica possível. Essa simplicidade cria uma independência das rotinas com o objetivo final, pois as rotinas básicas serão usadas em programação no ambiente SCILAB© generalizando assim o uso. Foram desenvolvidos dois códigos gerais:

- *leituraanlog(int \*tamanho, int \*modo, double \*valor)* - Rotina responsável pela leitura da tensão em uma porta analógica de entrada. Seus parâmetros são:
  - tamanho – Tipo inteiro que especifica qual o tamanho do vetor de dados a ser recebido e conseqüentemente a taxa de leitura em que será feita a operação. Para valores de tamanho maiores que um essa rotina tem duração de um segundo, e a taxa é medida em dados por segundo.
  - modo - Tipo inteiro usado para especificar o modo de leitura. Zero para leitura diferencial e um para não diferencial. No segundo modo a referência para a tensão lida é a porta terra da placa.
  - valor - Vetor que contém os dados a serem lidos. Seu tamanho é determinado pelo parâmetro tamanho que é especificado no ambiente de trabalho.
- *escVoltsZero / escVoltsUm(double \*data, int \*time, int \*ok)* – Rotinas para escrita de valores de tensão na porta analógica. A primeira na porta zero e a segunda na porta um. Os parâmetros são:
  - data – Dado que será escrito na porta desejada. Valor é passado a partir do ambiente de trabalho.
  - time – Tempo em milissegundos de espera após a escrita do valor. Usado para controlar o período de sinais gerados.
  - ok – Valor de retorno. Se não houver erros durante a rotina o valor é um.

## 2.2. Integração com o SCILAB

O SCILAB© é um *software* de alto desempenho, utilizado como uma solução para casos que necessitem cálculos numéricos complexos. Pode ser manipulado interativamente ou através de programação (LEITE, 2009). Nele se agregam várias ferramentas em diversas áreas de estudo, como processamento de sinais, imagens e simulações. Na versão 5.3 é possível a integração do compilador *Visual studio C++ 2008* da *Microsoft Corporation*™.

Para utilizar as rotinas é necessário a instalação de um compilador C no computador. Muitos compiladores, com as configurações corretas, são capazes de usar a biblioteca fornecida pela *NationalInstruments*™. Porém a biblioteca do fabricante foi projetada e logo é mais facilmente utilizada com o compilador *Visual studio C++ 2008* da *Microsoft Corporation*™, sendo o mesmo adotado no projeto. O uso da placa por essas rotinas foi possível graças a referida biblioteca do fabricante para a linguagem C.

A função *ilib\_for\_link()* da linguagem do SCILAB© é usada para embarcar as rotinas. Ela transforma os códigos em arquivos objetos já integrados no ambiente de trabalho. Depois de embarcado o uso das funções é realizada através da chamada *call()* com os parâmetros de entrada especificados na secção 2.1 deste trabalho.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

Para testes de validação do funcionamento e análise da eficiência usando o SCILAB© foram gerados e lidos diversas ondas quadradas e senoidais para várias frequências. Para geração do sinal a ser lido foi utilizado um gerador de funções.

#### 3.1. Geração de onda quadrada no SCILAB

A forma dos sinais, gerados para análise dos resultados, foi feita em nível de software a partir de algoritmos no próprio SCILAB© e analisados em um osciloscópio seguindo o esquemático da Figura 1. Os algoritmos contém um *loop* onde a função *escVoltsZero* ou *escVoltsUm* é chamada repetidamente e escreve na porta analógica um valor de tensão de cinco e zero volt. O controle de período do sinal foi feito a partir do parâmetro *time*. Um sinal com *time* zero foi gerado para se obter o sinal mínimo que o equipamento pode gerar.

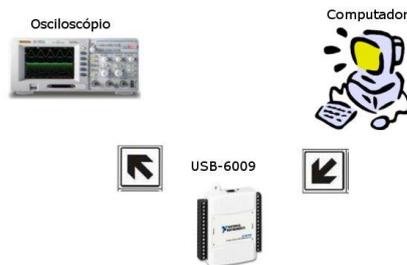


Figura 1. Esquemático do teste de geração de sinal

A Figura 2 mostra um período de aproximadamente dois milissegundos. Porém a especificação do fabricante afirma que a taxa de atualização das portas analógicas é de 150hz (DATA, 2012), sendo então seguro a geração de sinais com um período superior a aproximadamente 14 milissegundos.

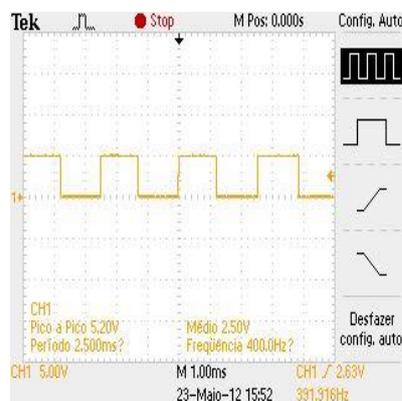


Figura 2. Onda quadrada

Na Figura 3 a onda está dentro das condições sugeridas pela empresa e apresenta, visualmente, um comportamento esperado. Para este caso foi utilizado um time de 100 milissegundos.

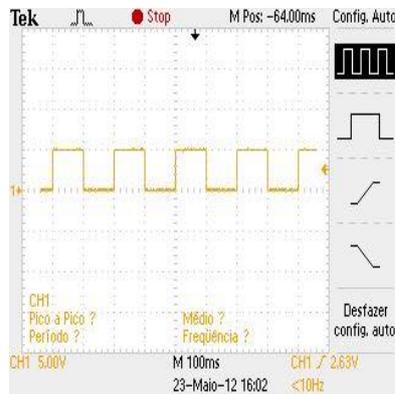


Figura 3. Onda quadrada com período de 200 ms

O equipamento também se comportou bem com ondas de frequência baixas, como mostrado na Figura 4. Foi utilizado time de 1000, criando assim uma espera de um segundo em cada nível lógico.

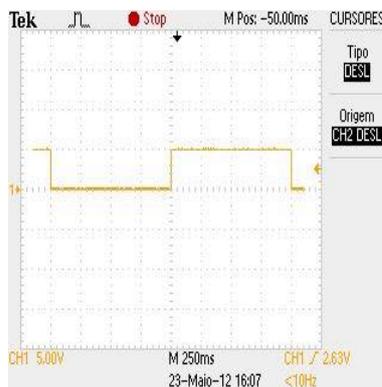


Figura 4. Onda quadrada com período de 2 segundos

### 3.2. Geração de onda senoidal no SCILAB

Para o sinal senoidal foi necessário utilizar de um vetor com valores dados pela seguinte equação:

$$Dado_n = amp(1 + \sin(n * 2 * \pi)/passo) \quad (1)$$

Onde na equação (1) *passo* é o número de iterações em que será necessário para a geração do período de uma senóide completa e *amp* é a metade da amplitude do sinal. Foi utilizada uma saída não diferencial, sendo assim a faixa de tensão possível é de zero até cinco volts. Para os testes foi utilizada uma amplitude de cinco volts e passo 40.

Usando as especificações para o vetor mostrado acima é possível gerar um sinal com 400 milissegundos de período como mostrado na Figura 5. Como o passo é de 40 o

time usado foi de 10 ms, pois em um comprimento de onda contem 40 valores de tensão distintos e escritos em um intervalo de 10 ms, chegando assim ao resultado desejado.

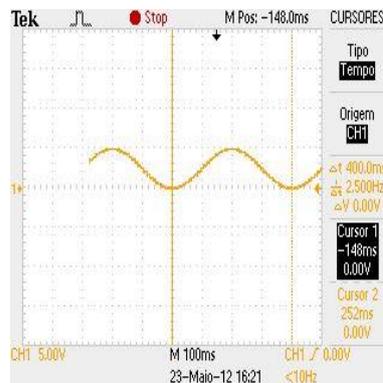


Figura 5. Sinal senoidal gerado com período de 400 milissegundos

Assim como na onda quadrada é possível gerar sinais com frequências mais baixas em ondas senoidais. A Figura 6 mostra o sinal obtido com as especificações de amplitude e passo mantidas, porém com time de 100ms.

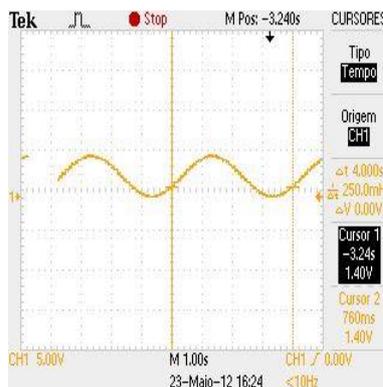


Figura 6. Onda senoidal gerada com período de 4 segundos

### 3.3. Leitura de sinais no SCILAB

Sinais lidos e recebidos no ambiente de trabalho foram gerados a partir de um gerador de sinais como mostra o esquemático da Figura 7. Todos os sinais mantiveram a tensão pico a pico de aproximadamente cinco volts, porém com valor mínimo próxima zero volt. O equipamento assim como seu uso no SCILAB© tem capacidade de leitura de valores entre 10 e -10 V, pois diferentemente das portas de saída da placa é possível usar entradas diferenciais (DATA, 2012).



Figura 7. Esquemático do teste de leitura

Cada coleta foi realizada em um intervalo de tempo de um segundo e sinais em diferentes tipos e frequências foram testados. Para análise dos resultados foram gerados gráficos no próprio software.

A Figura 8 mostra o resultado da leitura de uma senóide com frequência baixa. Foi utilizada uma taxa de 1000 coletas por segundo, garantindo assim uma boa representação do sinal.

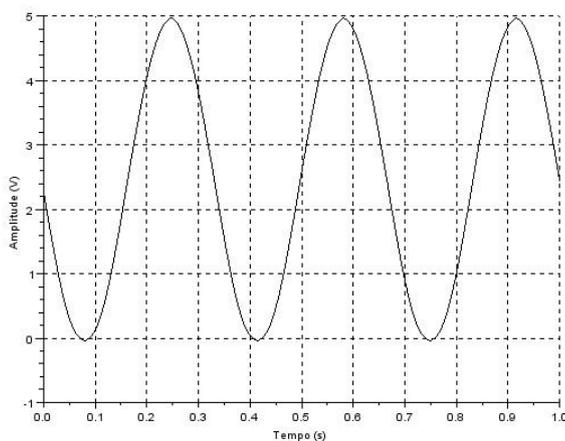


Figura 8. Gráfico de uma senóide com 3Hz.

A Figura 9 mostra o resultado da leitura de um sinal triangular, porém com uma frequência de 500 Hz. A taxa usada foi a mesma da senóide da Figura 8.

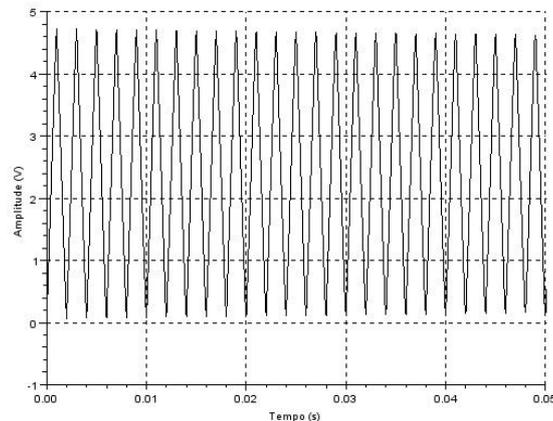


Figura 9. Onda triangular de 500hz

No caso específico da Figura 10 a taxa usada foi de 10000 coletas por segundo, para garantir uma melhor visualização do sinal.

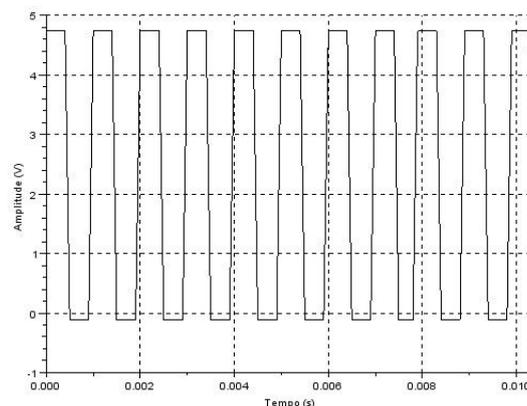


Figura 10. Onda quadrada de 1khz

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram total consistência para a utilização do equipamento com SCILAB© utilizando rotinas da linguagem C embarcadas. O tempo de resposta das funções não interferiu na geração dos sinais e nem na leitura. Essa proposta será aplicada nos cursos de Engenharia da Computação e Elétrica da Universidade Federal do Ceará viabilizando aulas práticas ou desenvolvimento de outros projetos que não disponham de licenças para softwares computacionais proprietários.

A pesquisa segue no sentido de tornar possível a geração e a leitura de dados, simultaneamente. Essa característica é de extrema importância para implementação de estratégias de controle e um objetivo a ser alcançado com a continuação desse estudo. Também como perspectiva futura, vale a pena mencionar sobre a possibilidade de integração da placa NIDAQ 6009 ao XCOS do SCILAB©, o que também deverá ser



objeto de estudos futuros. O XCOS constitui uma ferramenta de modelagem e simulação de sistemas híbridos, que funciona com um editor de diagramas de blocos (SCILAB, 2012).

*Agradecemos a Universidade Federal do Ceará e ao grupo PET/UFC engenharia da computação pelo apoio que possibilitou a realização deste trabalho.*

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPILHO, A. Instrumentação electrónica. Métodos e Técnicas de Medição.1. ed. Porto: FEUP, 2000, 480 p.

DATA SHEET, Low-Cost, Bus-Powered Multifunction DAQ for USB – Data Sheet. Disponível em: <<http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-218/lang/en>> Acessado em: 29 mai. 2012

LEITE, Mário. Scilab Uma Abordagem Prática e Didática.1 ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltd, 2009, p 632.

NATIONAL, Instruments. NI USB-6009. Disponível em: <<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/201987>> Acesso em: 29 mai. 2012.

SCILAB, Xcos / products / Home - ScilabWebSite. Disponível em: <<http://www.scilab.org/products/xcos>> Acessado em: 29 mai. 2012

## **DEVELOPMENT OF DIDATIC INTERFACE FOR THE USE OF DATA ACQUISITION BOARD NIDAQ 6009 UNDER SCILAB ENVIRONMENT**

***Abstract:** Many software are available for numerical tasks suitable for the majority of the engineering and computer science fields. However, due to inherent particularities it might be painful for many scientists and engineers to keep changing the numerical software that they used to work with. On the other hand, for real applications an analog to digital (A/D) device is mandatory. This work presents a solution to integrate a specific kind of A/D device manufactured by National Instruments™ (USB 6009) with the SCILAB© software. Some C programming language libraries are available by National Instruments™ in order to allow access to the hardware at lower level. Also, SCILAB© programming is interchangeable with embedded C, FORTRAN or other popular languages, which makes possible both to control the data acquisition device and to share acquired data with other SCILAB© codes.*

***Keywords:** data acquisition board, free software, SCILAB*