

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

## **INTEGRAÇÃO ARDUINO - SIMULINK APLICADA A SENSORES PARA SISTEMAS MECATRÔNICOS<sup>1</sup>** **ARDUINO - SIMULINK INTEGRATION APPLIED TO SENSORS FOR MECHATRONICS SYSTEMS**

**Giovani Prates Bisso Dambroz<sup>2</sup>, Matias Alles Hubert<sup>3</sup>, Felipe Oliveira Bueno<sup>4</sup>, Carlos Augusto Valdiero<sup>5</sup>, Luiz Antônio Rasia<sup>6</sup>, Antonio Carlos Valdiero<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa desenvolvida no Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI

<sup>2</sup> Aluno do curso de graduação em Engenharia Mecânica da UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, giovanipbd@gmail.com

<sup>3</sup> Aluno do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista PIBITI/CNPq, matias\_hubert@hotmail.com

<sup>4</sup> Aluno do curso de graduação em Engenharia Mecânica da UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, felipe.ob127@yahoo.com

<sup>5</sup> Aluno do curso de graduação em Ciência da Computação da UNIJUI, bolsista PIBITI/CNPq, valdiero.carlos@gmail.com

<sup>6</sup> Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, rasia@unijui.edu.br

<sup>7</sup> Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Orientador, valdiero@unijui.edu.br

### 1. Introdução

Este trabalho trata da pesquisa sobre a integração entre as plataformas Arduino e MATLAB/Simulink para instrumentação de sistemas mecatrônicos. O trabalho de iniciação científica foi desenvolvido no NIMASS do Campus Panambi da UNIJUI.

O sensoriamento de sistemas mecatrônicos é essencial para que seja possível realizar o controle destes sistemas. A Figura 1 apresenta o fluxograma de um sistema mecatrônico genérico.

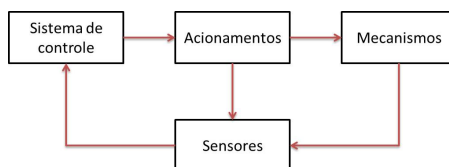


Figura 1 - Módulos de um sistema mecatrônico.

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

Como observado, os sensores recebem sinais de mecanismos e/ou acionamentos, para que seja possível comparar o comportamento desejado e o executado, e posteriormente realizar o controle propriamente dito. No NIMASS, utilizam-se a placa controladora dSpace e os *softwares* MATLAB/Simulink e ControlDesk. Esta configuração envolve equipamentos com alto custo, o que limita sua viabilidade em certos casos.

Segura, Bartolucci e Andújar (2017) mostram que a plataforma Arduino é especialmente adequada para tornar-se uma placa de aquisição de sinais de baixo custo. Gartsev, Lee e Krovi (2011) destacam no *software* MATLAB/Simulink a facilidade em programar utilizando diagramas de bloco, e com a possibilidade de interagir diretamente com o Arduino por meio de bibliotecas específicas no Simulink.

Neste trabalho, propõe-se a utilização conjunta do Arduino com o *software* MATLAB/Simulink para conectar-se a sensores comumente empregados em sistemas mecatrônicos.

## 2. Metodologia

A metodologia utilizada para os experimentos nesta pesquisa baseia-se na utilização do *software* Simulink para criação de algoritmos que são enviados a um microcontrolador Arduino Uno, não havendo a necessidade de programar o microcontrolador por meio de seu ambiente integrado de desenvolvimento próprio (Arduino IDE).

O MATLAB/Simulink é um conjunto com grande capacidade em aplicações de engenharia, que permite cálculos matemáticos complexos com simulações em *hardware*. Além disso, o *software* ainda conta com uma ampla biblioteca de modelos matemáticos e módulos de compatibilidade com outros dispositivos (MARTYANOV; SOLOMIN; KOROBATOV, 2015).

A plataforma Arduino pode ser conectada a vários periféricos, como sensores e motores, com aptidão na integração a sistemas de automação (MCROBERTS, 2011). O modo de integração entre as duas plataformas baseia-se principalmente no uso de blocos específicos na biblioteca *Simulink Support Package for Arduino Hardware* (THE MATHWORKS INC., 2016).

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

### 3. Resultados e discussão

Em um primeiro momento, realizou-se um experimento básico, onde o objetivo era ler o valor de tensão em uma porta analógica do Arduino com um potenciômetro de 10k ohms. Com o *software* Fritzing, uma ferramenta de código aberto e gratuita, elaborou-se o circuito eletrônico básico (Figura 2a), enquanto que no Simulink, construiu-se o diagrama de bloco do modelo (Figura 2b).

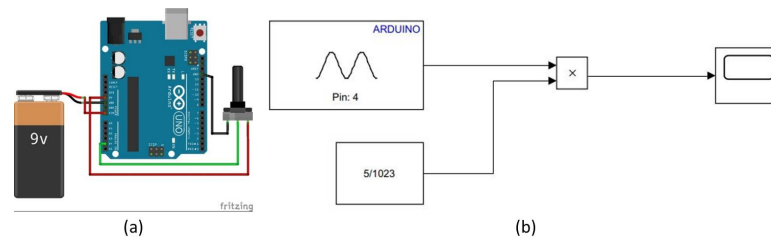
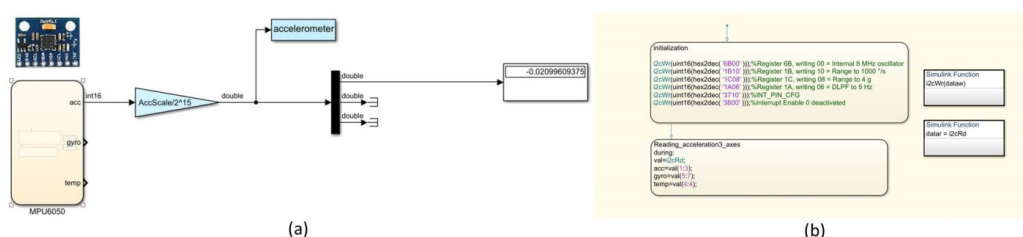


Figura 2 - Circuito eletrônico (a) e diagrama de bloco (b) do experimento com potenciômetro.

Este circuito é composto por uma fonte de alimentação, representada por uma bateria de 9 Volts, um microcontrolador Arduino Uno e um potenciômetro de 10k ohms, conectado a uma porta analógica do Arduino.

No diagrama de bloco, o microcontrolador envia ao Simulink o valor lido na porta analógica 4, que é multiplicado pelo valor no bloco de constante para convertê-lo em uma escala de zero a cinco, e este resultado é mostrado em tempo real em uma interface de plotagem.

O segundo experimento realizado consiste na leitura do valor de aceleração em um eixo determinado, utilizando o sensor MPU-6050. Utilizando uma biblioteca específica para o sensor MPU-6050 (JAKUBOWICZ, 2016), é possível montar um modelo para realizar a leitura da aceleração em qualquer eixo. O diagrama de bloco desta simulação é mostrado na Figura 3a.



01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

Figura 3 - Diagrama de bloco da simulação (a) e subsistema do bloco MPU-6050 (b).

O primeiro bloco à esquerda possui um subsistema, que faz o envio e recebimento de dados do MPU-6050 para o Simulink, através de uma interface I2C (circuito inter-integrado). Este subsistema, mostrado na Figura 3b, utiliza registradores para enviar configurações e receber os dados baseado no mapa de registradores fornecido pelo fabricante (INVENSENSE, 2013).

Este experimento mostrou o valor da aceleração na direção x, e observou-se que, mesmo quando o dispositivo está estático, há muito ruído no sinal do acelerômetro. Em virtude desta situação, é necessário que se faça uma análise e filtragem do mesmo para que seja possível obter, com precisão, a velocidade e a posição do dispositivo.

Também é possível medir a inclinação de um corpo no espaço, a partir de um referencial conhecido. Estes ângulos, conhecidos como ângulos de Euler, são ilustrados na Figura 4a. A determinação dos ângulos de rolagem (*roll*) e arfagem (*pitch*) parte do valor da aceleração sobre o eixo z quando o sensor está parado. Estimou-se 0,95 g em testes, e este valor é transferido aos eixos x e y quando o sensor inclina, obtendo-se tais ângulos. Com esta lógica, elaborou-se o diagrama de bloco da figura 4b.

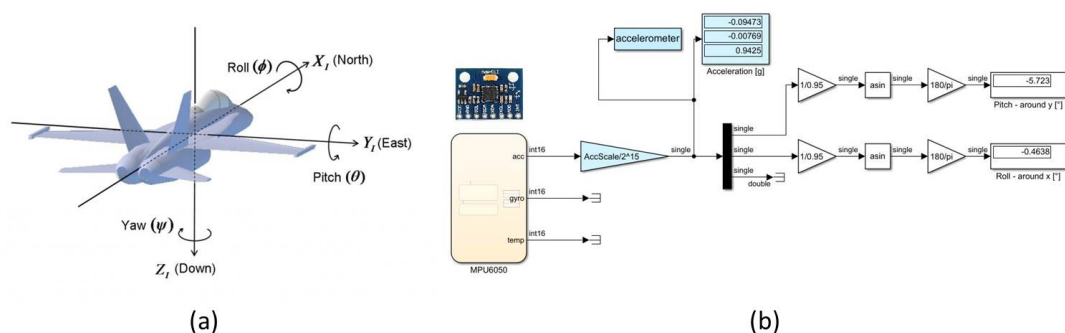


Figura 4 - Ângulos de Euler (fonte: CH Robotics (2012)) (a) e diagrama de bloco do modelo com ângulo de inclinação (b).

#### 4. Considerações finais

A proposta deste trabalho, desenvolvida utilizando ferramentas computacionais,

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

se dá por experimentos básicos utilizando *hardware* de baixo custo e *software* amplamente utilizado em aplicações de engenharia. Com isso, obtém-se uma plataforma robusta para aquisição de dados em sistemas mecatrônicos diversos.

Como o investimento para um sistema dedicado à aquisição de dados pode ser alto, as soluções aqui apresentadas mostram-se como alternativas de baixo custo e grande potencial. Como perspectivas futuras, há a necessidade de programar um sistema de filtragem de ruído no sinal do acelerômetro, o que pode ser bastante complexo.

5. Palavras-chave: microcontrolador; robótica; MATLAB.

Keywords: *microcontroller; robotics; MATLAB.*

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da UNIJUI. Os autores são agradecidos ao órgão de fomento à pesquisa CNPq e FAPERGS pelas bolsas de iniciação científica e tecnológica, e ao FINEP pelo apoio na complementação do NIMASS, por meio da Chamada Pública MCTI/FINEP/CT-INFRA - PROINFRA - 02/2014 - Equipamentos Multiusuários, Ref.: 0141/16 (Protocolo Eletrônico: 124), com a liberação de recursos para compra de equipamentos para construção de protótipos para pesquisas de mestrado e doutorado.

7. Referências

CH ROBOTICS. *Understanding Euler Angles*, 2012. Disponível em: <<http://www.chrobotics.com/library/understanding-euler-angles>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

GARTSEEV, Ilya; LEE, Leng-Feng; KROVI, Venkat N. A low-cost real-time mobile robot platform (ArEduBot) to support project-based learning in robotics & mechatronics. In: **Proceedings of 2nd International Conference on Robotics in Education (RiE 2011)**. 2011. p. 117-124.

MARTYANOV, A. S.; SOLOMIN, E. V.; KOROBATOV, D. V. Development of control algorithms in Matlab/Simulink. **Procedia engineering**, v. 129, p. 922-926, 2015.

MCRBERTS, M. **Arduino Básico**, 1ª ed São Paulo: Novatec, 2011.

MPU 6050 accelerometer gyroscope v1.0. 2016, Marc Jakubowicz.

MPU-6000 and MPU-6050 Register Map and Descriptions. Rev. 4.2. InvenSense Inc. 2013.

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

SEGURA, Francisca; BARTOLUCCI, Veronica; ANDÚJAR, José Manuel. Hardware/Software Data Acquisition System for Real Time Cell Temperature Monitoring in Air-Cooled Polymer Electrolyte Fuel Cells. **Sensors**, v. 17, n. 7, p. 1600, 2017.

Simulink Support Package for Arduino Hardware. 2016, The MathWorks, Inc., Natick, MA, United States.