

## SISTEMA DE MEDIÇÕES DE SINAIS DE ALTURA, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ACOPLADA A UM FOGUETE EXPERIMENTAL

**Carlos E. Rodrigues<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, 12244-000, São José dos Campos – SP, e-mail: [carloseduardo.sjc@gmail.com](mailto:carloseduardo.sjc@gmail.com)

**Resumo** - Devido à necessidade e a importância da leitura de informações em ambientes de difícil acesso, ou altura elevada, e o alto custo dos equipamentos existentes no mercado, além da dificuldade em ter acesso a estes equipamentos em um curto prazo de tempo, este projeto pretende sanar esta deficiência portanto consiste, em determinar a aceleração, de um corpo no momento do lançamento e durante o voo, e depois com esta informação que fica armazenada nas memórias incluídas no projeto e por meio de softwares desenvolvidos calcular e analisar muitos outros dados obtidos como a velocidade e a posição do foguete ao longo do voo, por meio de um acelerômetro.

**Palavras-chave:** Acelerômetro, Altura Medição, Rastreamento, Precisão

**Área do Conhecimento:** Engenharias

### Introdução

Começava em 16 de março de 1926, com Robert Goddard, a história da astronáutica, seu foguete com combustível líquido, voou apenas 12 metros, mas podemos dizer que foi um pequeno voo de seu foguete, mas um salto para o desenvolvimento da humanidade, afinal de contas, graças a ele nasceu o interesse pelo foguete que permitiu que o homem chegasse à lua, estes foguetes hoje não usam o mesmo combustível, mas sem dúvida a iniciativa foi inspiradora.

Os foguetes são a peça fundamental no desenvolvimento da astronomia, pois lançaram e ainda hoje lançam instrumentos muito poderosos ao espaço, como sondas interplanetárias, que nos revelam os segredos dos planetas mais distantes, telescópios espaciais, que nos revelam os segredos das estrelas e galáxias mais distantes, e satélites voltados para a própria Terra, lembrando-nos que ainda existem muitos segredos a serem revelados aqui mesmo.

Os foguetes foram a inspiração para a criação dos satélites artificiais lançados pelo homem, Sputnik 1 em outubro de 1957, que na verdade apenas emitia sons em determinadas radio frequências para provar que estava lá, resumindo, apenas emitia sons, mas foi o suficiente para colocar os russos na frente da corrida espacial e deixar muitos americanos em pânico. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2008) Foi então dada a largada para a corrida espacial que realmente tomou uma velocidade astronômica.

A idéia deste projeto não é de chegar tão alto, nem coletar tantas informações, mas iniciar um trabalho, dar o primeiro passo. Na Figura 1 temos um diagrama em blocos de todo o sistema

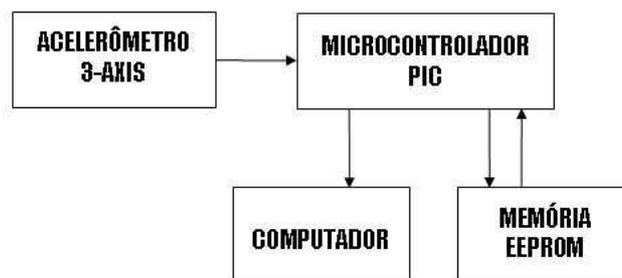


Figura 1 – Diagrama em blocos

### Metodologia

Para este projeto foi adotado um microcontrolador da família PIC de 28 pinos, modelo PIC16F873, Figura 2, que tem como principais características: (DAVID; NICOLAS, 2005)

- 22 portas configuráveis como entrada ou saída;
- 14 interrupções;
- memória FLASH de programa de 4Kbytes;
- memória EEPROM interna de 128 bytes;
- memória RAM com 192 bytes;
- 3 timers;
- comunicação serial SPI, I<sup>2</sup>C e USART;
- conversor analógico;
- 35 instruções de programação.

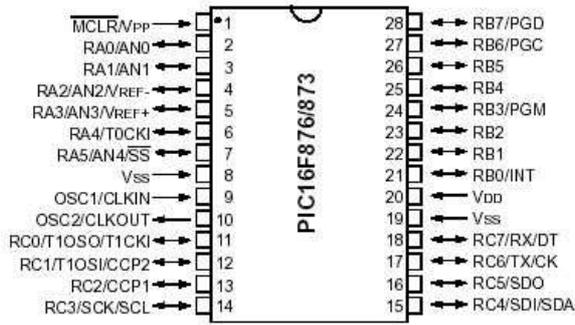


Figura 2 – Nomenclatura dos pinos do microcontrolador PIC 16F873

Este componente foi escolhido porque já havido sido utilizado em outros projetos durante o curso e pela fácil programação que ele proporciona. O fluxograma do firmware do PIC16F873 é apresentado na Figura 3:

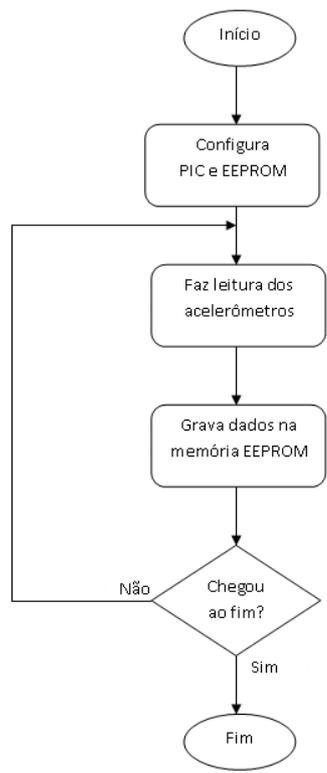


Figura 3 – Fluxograma do Firmware do PIC16F873

A comunicação entre o microcontrolador PIC e o PC é intermediada pelo CI MAX232, como mostra a Figura 4. (WAGNER, 2002) Este CI estabelece um casamento de níveis de tensão entra a porta serial do PC, que funciona em  $\pm 12V$ , e o PIC que funciona em 5V.

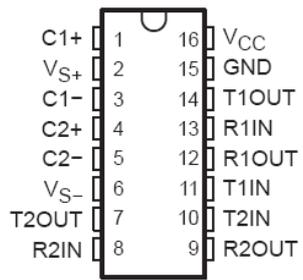


Figura 4 – CI MAX232

Para a gravação das informações do voo, foi escolhida uma memória Serial EEPROM 24LC512 do fabricante Microchip, Figura 5, ela possui uma memória de 64Kx8 bits (512 Kbits), portanto tem ótima desempenho em comunicação e armazenamento de dados. (MICROCHIP, 2008)

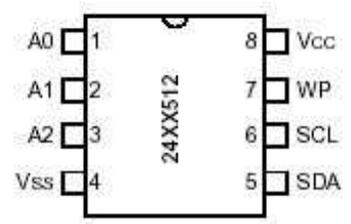


Figura 5 – Memória Serial EEPROM 24LC512

Para o registro da informação que dará origem a todas as demais informações, a aceleração, foi escolhido o acelerômetro MMA7260Q, Figura 6, da Sure Electronics, um acelerômetro que faz leituras nos 3 eixos X, Y e Z, de acelerações de ate 6g, com saída de dados analógica, além de ser amplamente utilizado em teste de impacto, e detecção de movimento, suas principais características são: (SCHNEIKER JUNIOR; PACHOLOK; MELLO; 2008)

- Baixo consumo de corrente: 500 $\mu$ A quando alimentado com 3.3V, ou 4.5mA quando alimentado com 5V;
- Tensão de operação baixa: 2.2V, quando alimentado com 3.3V;
- Alta Sensibilidade na saída: 800mV/g em 1.5g;
- Faixa de Temperatura de trabalho: -10 até + 65°C;

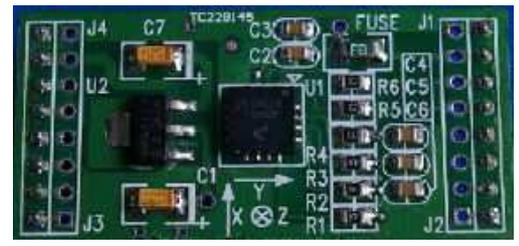


Figura 6 – Acelerômetro MMA7260Q

O Circuito deste projeto funciona da seguinte maneira, o acelerômetro gera um sinal de aceleração nos 3 eixos, onde apenas 2 são amostrados pelo PIC. O PIC converte o sinal analógico do acelerômetro para digital e armazena os dados na memória EEPROM. A amostragem do sinal é de 20 SPS (*Sample per second*), permitindo uma gravação de dados de até 25 minutos.

Os dados gravados na memória EEPROM são transferidos para um PC via porta serial RS-232. Posteriormente através destes dados é obtido a velocidade e a posição do foguete ao longo do voo por meio de um *software*.

## Resultados

Pelo gráfico abaixo, Figura 7, é possível verificar os valores de aceleração, desaceleração velocidade e como estes valores vão se alterando durante um lançamento exemplo.

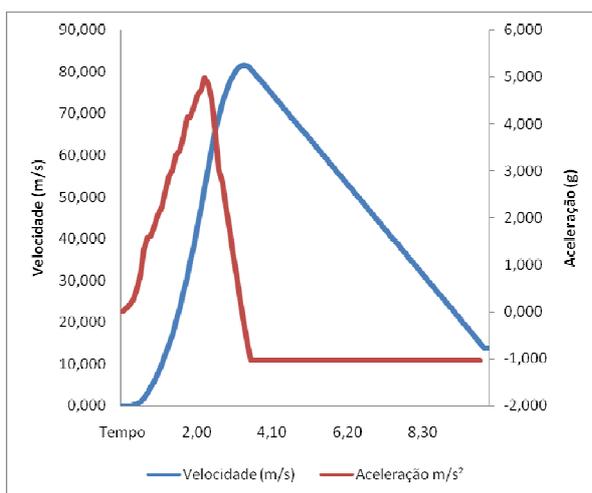


Figura 7 – Aceleração x Velocidade no Tempo

## Discussão

A forma como varia a aceleração, pode mudar muito de um lançamento para outro, mesmo considerando que seja usado o mesmo objeto onde o acelerômetro esta embarcado, principalmente em razão de condições climáticas, mas também existe a interferência do tipo de combustível, precisão, confiabilidade, calibração, e durabilidade do acelerômetro, que é um equipamento frágil e que após muitos lançamentos pode começar a apresentar respostas não tão precisas, o que também pode ser consequência do desgaste de quaisquer um dos outros componentes eletrônicos utilizados no circuito.

## Conclusão

Obteve-se sucesso na coleta e registro de dados de aceleração, embarcando um circuito eletrônico que tem como principal componente um acelerômetro e por meio desta primeira informação e a ajuda de um *software* instalado em um PC, obter outras informações como velocidade e posição de voo.

Durante a execução do projeto foram feitas mudanças principalmente no que diz respeito à quais componentes usar, uma vez que a importação de certos componentes ou a tecnologia necessária no manuseio dos mesmos aumentava em muito a complexidade e o custo do projeto.

## Referências Bibliográficas

- DAVID JOSÉ DE SOUZA; NICOLÁS CÉSAR LAVINIA. Desbravando o PIC. Editora Érica
- SCHNEIKER JUNIOR, Alceu; PACHOLOK, Carlos A; MELLO, Rafael G. S. *Aceleração, velocidade e posicionamento utilizando acelerômetro e radiofreqüência*. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~santin/ee/2005/3s/4/index.html>>. Acesso em: 17 fevereiro 2008
- Site da Universidade de São Paulo, <<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/sessao-astronomia/seculoxx/textos/foguetes-e-satelites.html>> Acesso em 15 de março 2008. Pesquisa sobre foguetes.
- Site do fabricante da Memória [www.microchip.com](http://www.microchip.com) – Acesso em 10/05/08, para definição da Memória Serial EEPROM 24LC512.
- WAGNER DA SILVA FRANCO. Microcontroladores PIC, Técnicas de *software* e hardware para projetos de circuitos eletrônicos. Editora Érica